



TUGAS AKHIR – ME 141501

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Metanol Dengan Minyak Diesel Terhadap Performa, NOx dan *Combustion Procces* Pada Diesel Engine

**Alriga Julia Prahara
NRP 4214106013**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**

“Halaman Sengaja Dikosongkan”



THESIS – ME 141501

The Influence of Using Fuel Emulsion of Methanol With Diesel Oil in Performance, NO_x and Combustion Procces On Diesel Engine

**Alriga Julia Prahara
NRP 4214106013**

**Academic Supervisor:
Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D**

**MARINE ENGINEERING DEPARTEMENT
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Metanol
Dengan *Diesel Oil* Terhadap Performa, NOx dan
Combustion Procces Pada *Diesel Engine***

Skripsi

**Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan
memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada**

**Bidang Studi Marine Power Plant (MPP) Program Studi S-1
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi
Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:**

**Alriga Julia Prahara
NRP. 4214 106 013**

**Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D
NIP: 1956 0519 1986 10 1001**



**Surabaya
20 Januari, 2017**

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Metanol
Dengan *Diesel Oil* Terhadap Performa, NOx dan
Combustion Procces Pada *Diesel Engine***

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan
memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada


Bidang Studi Marine Power Plant (MPP) Program Studi S-1
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi
Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

Alriga Julia Prahara
NRP. 4212 106 013

Disetujui oleh Kepala Departement Teknik Sistem
Perkapalan:




Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST. MT
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

Surabaya
Januari, 2017

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Metanol Dengan Minyak Diesel Terhadap Performa, NO_x dan *Combustion Procces* Pada Diesel Engine

Nama Mahasiswa : Alriga Julia Prahara
NRP : 4212 106 013
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Aguk Zuhdi M.F., M.Eng, Ph.D

ABSTRAK

Mesin diesel merupakan sistem penggerak utama yang banyak digunakan baik untuk sistem transportasi maupun penggerak stasioner. Permasalahan dasar dalam pengoperasian motor diesel yaitu semakin berkurangnya bahan bakar fosil yang tersedia di pasaran. Adanya biodiesel sebagai bahan alternatif yang terbarukan mampu memberi jawaban dari permasalahan tersebut. Penelitian ini difokuskan pada bahan bakar baru yaitu bahan bakar campuran antara metanol dengan minyak diesel (BB15) yang dicampurkan dengan metode emulsi. Lalu akan diuji pengaruh pencampuran tersebut terhadap performa, NO_x dan combustion procces pada motor diesel. Hasil analisa uji performa motor diesel meyimpulkan bahwa metanol mempengaruhi peningkatan performa motor diesel. Peningkatan tersebut terlihat terutama pada sfoc BB15 dibandingkan dengan pertamina dex sebagai pembandingnya. Kemudian hasil eksperimen perbandingan proses pembakaran (*Combustion Process*) dari BB15 dengan pertamina dex dilakukan dengan menggunakan alat mesin analisis pembakaran (*TMR-Instrument Amplifier*). Dari analisis ini menunjukkan bahwa BB15 memiliki tekanan maksimal dan *Heat Release* yang tinggi yang tinggi pada daya maksimal yaitu RPM 2200 dari Pertamina Dex.

Kata kunci : Metanol, Emulsi, Performa, NO_x, Analisis Proses Pembakaran

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

The Influence of Using Fuel Emulsion of Methanol With Diesel Oil in Performance, NO_x and Combustion Procces On Diesel Engine

Student Name : Alriga Julia Prahara
NRP : 4212 106 013
Departement : Marine Engineering
Academic Supervisor : Ir. Aguk Zuhdi M.F., M.Eng, Ph.D

ABSTRACT

Diesel engine is the prime mover system that is widely used both for transportation and stationary propulsion systems. The problems in the operation of the diesel engine is the reduction in fossil fuel available on the market. The existence of biodiesel as an alternative renewable material can give an answer to these problems. This study focused on the new fuel that is mixture of methanol with diesel oil (BB15) which is mixed with the emulsion method. Then It will be tested the effect on the performance, NO_x and combustion procces. The results of the analysis of the performance concludes that methanol affecting improvment in performance on diesel motors. The significat increase was in SFOC, BB15 had higher SFOC value compared to Pertamina dex. Then the results of experiments comparing the combustion process of BB15 with Pertamina dex performed using an analysis combustion engine (TMR-Instrument Amplifier). From this analysis shows that the BB15 has a maximum pressure and higher Heat Release at maximum power which is 2200 RPM power than Pertamina Dex.

Keywords :Methanol, Emulsion, Performance, NO_x, analysis combustion engine

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T berkat limpahan rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Metanol Dengan Diesel Oil Terhadap Performa, NO_x dan Combustion Procces Pada Diesel Engine”** dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam atas junjungan nabi besar Muhammad SAW yang diharapkan syafaatnya hingga diakhir kiamat.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Aguk Zuhdi M.F., M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan semangat, arahan, masukan, dan ilmu kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
3. Bapak Nur selaku teknisi Laboratorium Marine Power Plant yang telah membantu penulis dalam persiapan pra eksperimen hingga eksperimen selesai.
4. Jumadi, Sri Yuliani ,Ba'diyara Novema Dwi Kasista, dan Charaka Farazona Hanandio tercinta selaku ayah, ibu dan adik dari penulis yang selalu memberikan doa, kasih sayangnya, masukan serta dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
5. Teman-teman “Marine Power Plant Laboratory” yang selalu menemani penulis mengerjakan di laboratorium.
6. Kawan seperjuangan dan seangkatan Lintas Jalur '14 yang selalu memberi semangat dan selalu mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi dengan baik dan lancar.

7. Mas Yusuf selaku kakak tingkat yang memberikan inspirasi penulisan mengenai skripsi ini.
8. Anugrah Des Putra dan Bayu Sukma Cahyono terima kasih karena kalian sudah membantu mengerjakan skripsi dan tidak bosan bosannya mengingatkan saya ketika saya semangat saya mulai hilang.
9. Teman-teman “Basecamp” yang selalu selalu mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi dan selalu memberi hiburan ketika penulis mulai merasa *Low Motivation*.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari pula bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu perlunya saran dan masukan demi membangun kebaikan dan kemajuan skripsi ini. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya, amin.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xx
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Permasalahan.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Definisi Motor .Diesel	3
2.2 Bahan Bakar	5
2.3 <i>Solar</i>	7
2.4 <i>Jenis jenis Bahan bakar Motor Diesel</i>	9
2.5 Metanol.....	10
2.6 Blending	11
2.7 Parameter Performa Mesin	12
2.8 Cetane Number	13
2.9 Sulfur Content	14
2.10 Emisi.....	15
BAB III.....	17
METODOLOGI	17
3.1 Studi Pustaka	17
3.2 Persiapan Alat dan bahan.....	17
3.3 <i>Engine Set-up</i>	18

3.4 Pembuatan Bahan Bakar emulsi minyak Diesel dengan metanol	19
3.4.1 Penentuan Komposisi	19
3.4.2 Penentuan komposisi emulgator	19
3.4.3 Proses emulsi minyak diesel dengan metanol	20
3.5 Uji Karakteristik Biodiesel	22
3.5.1 Cetane number	22
3.5.2 Sulfur content	22
3.5.3 Viscositas	23
3.5.4 Densitas	23
3.5.5 Titik nyala (flash point)	23
3.5.6 Pour point	23
3.5.7 Lower Heating Value (LHV)	24
3.6 Proses pengujian dan pengambilan data	24
3.7 Pengolahan dan analisa data	24
3.8 Penyusunan laporan	24
3.9 Kesimpulan	24
BAB IV	27
ANALISA DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pengaruh metanol dengan minyak diesel terhadap performa motor diesel	28
4.1.1 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan BB15, pada 1800 RPM	28
4.1.2 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan B15 pada 1900 RPM	29
4.1.3 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan BB15 pada 2000 RPM	30

4.1.4 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan BB15 pada 2100 RPM.....	31
4.1.5 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan BB15 pada 2200 RPM.....	32
4.1.6 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC pada Jenis Bahan Bakar BB0 dan pada setiap RPM.....	33
4.1.7 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC pada Jenis Bahan Bakar BB15 pada setiap RPM	34
4.1.8 Perbandingan Antara Daya maksimal dengan putaran mesin Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan BB15	35
4.1.9 Perbandingan Antara SFOC maksimal dengan putaran mesin Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan BB20	36
4.1.10 Perbandingan Antara torsi maksimal dengan putaran mesin Terhadap Jenis Bahan Bakar BB0 dan BB15	37
4.1.11 Perbandingan Antara BMEP dengan Putaran <i>mesin</i> pada Bahan Bakar BB0 dan BB15.....	38
4.2 Perbandingan tekanan hasil proses pembakaran antara BB15 dan BB0 pada daya maksimal	39
4.2.1 Perbandingan tekanan hasil proses pembakaran antara BB15 dan BB0 pada 100% rpm pada beban 25%	39
4.2.2 Perbandingan tekanan hasil proses pembakaran antara BB15 dan BB0 pada 100% rpm pada beban 50%	40
4.2.3 Perbandingan tekanan hasil proses pembakaran antara BB15 dan BB0 pada 100% rpm pada beban 75%	41
4.2.4 Perbandingan tekanan hasil proses pembakaran antara BB15 dan BB0 pada 100% rpm pada beban 100%	42
4.3 Perbandingan hasil ignition delay antara BB15 dan BB0 pada daya maksimal.....	43
4.3.1 Perbandingan hasil ignition delay antara BB15 dan BB0 pada 1800Rpm dan beban 25% -100%	43

4.3.2 Perbandingan hasil ignition delay antara BB15 dan BB0 pada 1900Rpm dan beban 25%-100%	44
4.3.3 Perbandingan hasil ignition delay antara BB16 dan BB0 pada 2000Rpm dan beban 25%-100%	45
4.3.4 Perbandingan hasil ignition delay antara BB15 dan BB0 pada 2100Rpm dan beban 25%-100%	46
4.3.4 Perbandingan hasil ignition delay antara BB15 dan BB0 pada 2200Rpm dan beban 25%-100%	47
4.4 Perbandingan hasil Heat release antara BB15 dan BB0 pada daya maksimal.....	48
4.4.1 Perbandingan hasil Heat release antara BB15 dan BB0 pada 100%Rpm dan beban 25%	48
4.4.2 Perbandingan hasil Heat release antara BB15 dan BB0 pada 100%Rpm dan beban 50%	49
4.4.3 Perbandingan hasil Heat release antara BB15 dan BB0 pada 100%Rpm dan beban 75%	50
4.4.4 Perbandingan hasil Heat release antara BB15 dan BB0 pada 100%Rpm dan beban 100%	51
4.5 Perbandingan hasil Knock Detection antara BB15 dan BB0 pada setiap putaran mesin	52
4.5.1 Analisa Perbandingan <i>Knock Detection</i> BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 1900	52
4.5.2 Analisa Perbandingan <i>Knock Detection</i> BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 1900	53
4.5.3 Analisa Perbandingan <i>Knock Detection</i> BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 1900	54
4.5.4 Analisa Perbandingan <i>Knock Detection</i> BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 2000	55
4.5.5 Analisa Perbandingan <i>Knock Detection</i> BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 2000	56

4.5.6	Analisa Perbandingan Knock Detection BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 2000	57
4.5.7	Analisa Perbandingan Knock Detection BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 2100	58
4.5.8	Analisa Perbandingan Knock Detection BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 2100	59
4.5.9	Analisa Perbandingan Knock Detection BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 2100	60
4.5.10	Analisa Perbandingan <i>Knock Detection</i> BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 2200	61
4.5.11	Analisa Perbandingan Knock Detection BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 2200	62
4.5.12	Analisa Perbandingan Knock Detection BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 2200	63
BAB V	65
KESIMPULAN	65
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	68

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor diesel.....	3
Gambar 2.2 Nozzle.....	4
Gambar 2.3 Pompa injeksi	4
Gambar 2.4 governor.....	5
Gambar 2.5 tabel kandungan setana pada solar.....	8
Gambar 2.6 exhaust gas analyzer	15
Gambar 2.7 diagram regulasi IMO.....	16
Gambar 3.1 Engine setup	18
Gambar 3.2 campuran solar dengan metanol dalam beberapa komposisi.....	19
Gambar 3.3 solar 100ml + metanol 15% + 8% tween 80 + 8% span 80.....	21
Gambar 3.4 proses akhir dari bahan bakar	21

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR Tabel

Tabel 2.1 perbandingan nilai cetane	13
---	----

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin diesel merupakan sistem penggerak utama yang banyak digunakan baik untuk sistem transportasi maupun penggerak stasioner. Dikenal sebagai jenis motor bakar yang mempunyai efisiensi tinggi, penggunaan mesin diesel berkembang pula dalam bidang otomotif. Mesin diesel menggunakan bahan bakar berupa solar. Solar adalah salah satu jenis bahan bakar yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak bumi, pada dasarnya minyak mentah dipisahkan fraksi-fraksinya pada proses destilasi sehingga dihasilkan fraksi solar dengan titik didih 250°C sampai 300°C.

Solar sendiri di Indonesia memiliki beberapa macam jenis seperti biodiesel, Pertamina Dex, Total Diesel dan lain – lain. Bahan bakar ini memiliki sifat tidak bisa diperbarui dan kapasitas sumbernya akan semakin berkurang. Selain itu bahan bakar tersebut meskipun dapat dengan mudah didapatkan tapi dampak yang dihasilkan oleh gas buang akibat proses pembakaran yang tidak sempurna akan membahayakan baik bagi manusia maupun lingkungan sekitar.

Maka pada penelitian kali ini akan dibuat bahan bakar alternatif dengan mencampurkan minyak diesel dengan metanol sebagai bahan tambahan. Disini metanol dipilih karena selain harganya yang lebih murah dan juga metanol biasanya dipakai untuk campuran bahan bakar pada mobil di beberapa negara. Pada penelitian yang lalu telah dilakukan penelitian dengan mencampur minyak diesel dengan etanol, dengan hasil performa naik begitu pula dengan NOx nya dibandingkan dengan Solar Dex. Maka diharapkan setelah dilakukan pencampuran antara minyak diesel dengan metanol akan didapatkan hasil yang lebih baik dari bahan bakar campuran antara etanol dengan minyak diesel baik itu dari segi kandungan sulfur dan nilai cetane, performa maupun pada , kadar NOx yang dihasilkan dibandingkan dengan solar yang sudah beredar di pasaran.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana performa mesin yang dihasilkan setelah dilakukan emulsi minyak diesel dengan metanol
2. Bagaimana hasil proses pembakaran (Combustion Process) dari bahan bakar emulsi antara metanol dengan minyak diesel
3. Berapa kandungan Nox yang dihasilkan setelah penggunaan bahan bakar emulsi minyak diesel dengan metanol.

1.3 Tujuan Skripsi

1. Mengetahui perubahan pada performa yang dihasilkan mesin diesel saat menggunakan bahan bakar emulsi minyak diesel dengan metanol
2. Mengetahui hasil proses pembakaran (Combustion Process) dari bahan bakar emulsi antara metanol dengan minyak diesel
3. Mengatahui jumlah kandungan Nox yang dihasilkan setelah menggunakan bahan bakar emulsi minyak diesel dengan metanol.

Manfaat

Penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai bahan bakar alternatif dengan melakukan emulsi antara minyak diesel dengan metanol, dan memeberikan pengetahuan pada masyarakat tentang bahan bakar ini baik dari segi jumlah sulfur, nilai cetane maupun efeknya pada performa motor diesel dan emisi yang dihasilkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DEFINISI MOTOR DIESEL

Motor diesel adalah motor yang menggunakan bahan bakar solar, pada sistem pembakarannya motor diesel tidak menggunakan listrik. Cara kerja sistem pembakaran pada motor diesel yaitu udara yang ada di ruang bakar dimampatkan, sehingga timbul suhu yang sangat panas dan apabila pada saat tersebut disemprotkan bahan bakar solar akan terjadi pembakaran dan timbul ledakan yang akan mendorong torak (agil,2008).



Gambar 2.1 Motor Diesel
(budihabibimachine.com)

Komponen-komponen Utama Motor Diesel:

a. Nozzle

Nozzle berfungsi sebagai jalan bahan bakar yang disemprotkan oleh pompa injeksi ke ruang bakar. Karena bahan bakar melewati nozzle yang sangat kecil dan mendapatkan tekanan yang kuat dari pompa bahan bakar, maka bahan bakar yang masuk ke ruang bakar berbentuk kabut sehingga sangat mudah terbakar apabila bercampur dengan udara panas yang sudah dimampatkan di ruang bakar. Kerusakan yang terjadi pada nozzle:

c. Governor

Governor berfungsi sebagai pengatur otomatis pemberian bahan bakar menurut beban kerja mesin. Berdasarkan sistem kerjanya governor dibedakan menjadi 2 yaitu jenis sentrifugal & pneumatik.

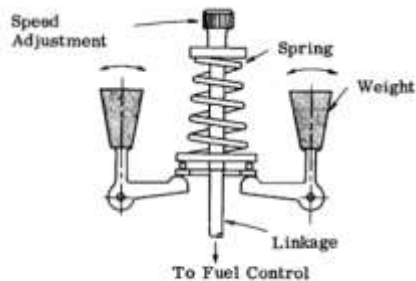


Figure 16
Simple Governor

Gambar 2.4 governor

(industries-news.com)

2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) di mana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal dan reaksi nuklir (seperti Fisi nuklir atau Fusi nuklir). Hidrokarbon (termasuk bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia. Bahan bakar lainnya yang bisa dipakai adalah logam radioaktif. (dewa, 2015)

2.2.1 Berdasarkan bentuk dan wujudnya

a. Bahan bakar padat

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu dan batubara. Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.

b. Bahan bakar cair

Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, jika dibandingkan dengan bahan bakar padat molekulnya dapat bergerak bebas. Bensin/gasolin/premium, minyak solar, minyak tanah adalah contoh bahan bakar cair. Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi minyak bumi. Minyak bumi adalah emulsi berbagai hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok senyawa: parafin, naphtena, olefin, dan aromatik.

Kelompok senyawa ini berbeda dari yang lain dalam kandungan hidrogennya. Minyak mentah, jika disuling akan menghasilkan beberapa macam fraksi, seperti: bensin atau premium, kerosen atau minyak tanah, minyak solar, minyak bakar, dan lain-lain. Setiap minyak petroleum mentah mengandung keempat kelompok senyawa tersebut, tetapi perbandingannya berbeda

c. Bahan bakar gas

Bahan bakar gas ada dua jenis, yakni Compressed Natural Gas (CNG) dan Liquid Petroleum Gas (LPG). CNG pada dasarnya terdiri dari metana sedangkan LPG adalah emulsi dari propana, butana dan bahan kimia lainnya. LPG yang digunakan untuk kompor rumah tangga, sama bahannya dengan Bahan Bakar Gas yang biasa digunakan untuk sebagian kendaraan bermotor.

2.2.2 Berdasarkan materinya

a. Bahan bakar tidak berkelanjutan

Bahan bakar tidak berkelanjutan bersumber pada materi yang diambil dari alam dan bersifat konsumtif. Sehingga hanya bisa sekali dipergunakan dan bisa habis keberadaannya di alam. Misalnya bahan bakar berbasis karbon seperti produk-produk olahan minyak bumi.

b. Bahan bakar berkelanjutan

Bahan bakar berkelanjutan bersumber pada materi yang masih bisa digunakan lagi dan tidak akan habis keberadaannya di alam. Misalnya tenaga matahari.

2.3 Solar

Solar adalah salah satu jenis bahan bakar yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak bumi, pada dasarnya minyak mentah dipisahkan fraksi-fraksinya pada proses destilasi sehingga dihasilkan fraksi solar dengan titik didih 250°C sampai 300°C . Kualitas solar dinyatakan dengan bilangan cetane (pada bensin disebut oktan), yaitu bilangan yang menunjukkan kemampuan solar mengalami pembakaran di dalam mesin serta kemampuan mengontrol jumlah ketukan (knocking), semakin tinggi bilangan cetane ada solar maka kualitas solar akan semakin bagus. (Reval, 2015)

2.3.1 Karakteristik Solar

Sebagai bahan bakar, tentunya solar memiliki karakteristik tertentu sama halnya dengan jenis bahan bakar lainnya. berikut karakteristik yang dimiliki fraksi solar:

1. Tidak berwarna atau terkadang berwarna kekuning-kuningan dan berbau.
2. Tidak akan menguap pada temperatur normal.
3. Memiliki kandungan sulfur yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bensin dan kerosen.
4. Memiliki flash point (titik nyala) sekitar 40°C sampai 100°C .
5. Terbakar spontan pada temperatur 300°C .
6. Menimbulkan panas yang tinggi sekitar 10.500 kcal/kg .

Pada umumnya solar digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermesin diesel ataupun peralatan-peralatan industri lainnya. Agar menghasilkan pembakaran yang baik, solar memiliki syarat-syarat agar memenuhi standar yang telah ditentukan. Berikut persyaratan yang menentukan kualitas solar:

- Mudah terbakar.
- Tidak mudah mengalami pembekuan pada suhu yang dingin.
- Memiliki sifat anti knocking dan membuat mesin bekerja dengan lembut.
- Solar harus memiliki kekentalan yang memadai agar dapat disemprotkan oleh ejector di dalam mesin.
- Tetap stabil atau tidak mengalami perubahan struktur, bentuk dan warna dalam proses penyimpanan.
- Memiliki kandungan sulfur sekecil mungkin, agar tidak berdampak buruk bagi mesin kendaraan serta tidak menimbulkan polusi.

MINYAK SOLAR 40¹

No.	KARAKTERISTIK	UNIT	BATASAN		METODE UJI (ASTM)
			Min	Max	
1.	Angka Setana		48	—	ASTM D-611
2.	Indeks Setana		48	—	ASTM D-2717
3.	Berat jenis pada 15 °C	kg/m ³	810	870	ASTM D-155
4.	Viskositas pada 40 °C	mm ² /s	2.5	6.0	ASTM D-445
5.	Kandungan sulfur	% m/m	—	0.30 ²	ASTM D-3822
6.	Cetane		—	370	ASTM D-68
7.	Titik Nyala	°C	60	—	ASTM D-93
8.	Titik Turap	°C	—	36	ASTM D-97
9.	Residu Karbon	% m/m	—	0.1	ASTM D-4830
10.	Kandungan Air	mg/kg	—	300	ASTM D-1744
11.	Spesifitas Gravitasi		—	0.84	—
12.	Kandungan FAME ³	% m/m	—	32	—
13.	Kandungan Metanol dan Etila ³	% m/m	—	Tak terdeteksi	ASTM D-4815
14.	Kandungan Lemak	Mass	—	Kelas 1	ASTM D-130
15.	Kandungan Abu	% m/m	—	0.01	ASTM D-482
16.	Kandungan sedimen	% m/m	—	0.01	ASTM D-413
17.	Wangian Asam Total	mg KOH/g	—	2	ASTM D-664
18.	Wangian Asam Total	mg KOH/g	—	5.0	ASTM D-664
19.	Pemutihan	Mass	—	—	ASTM D-3376
20.	Pemeriksaan Visual		Jernih dan terang		—
21.	Warna	No. ASTM	—	3.0	ASTM D-1551

¹ Khusus minyak solar yang mengandung Biodiesel, jenis dan spesifikasi berdasarkan kebutuhan konsumen.
² Menurut SK Dirjen Migas No. 3079/KG/04/2009 tanggal 17 Maret 2009.
³ Kelasifikasi C-30, kelas dengan 5.00 ppm.
 Catatan: Umum.
 1. Asam harus kompatibel dengan minyak mesin diesel menurut standar mesin diesel.
 2. Pemutihan tidak boleh untuk mengurangi kandungan sulfur, air, bahan bakar lain, dll.
 3. Parameter pada pompa harus memenuhi dari standar.



Gambar 2.5 tabel kandungan setana pada solar
 (surya-adha.com)

2.4 Jenis-Jenis Bahan Bakar Motor Diesel

Bahan bakar diesel dapat digolongkan dalam berbagai macam jenis yang dibedakan oleh kekentalan, jumlah cetane dan sebagainya. Tetapi walaupun memiliki perbedaan, struktur utama pada diesel tersebut tidak memiliki perbedaan. berikut adalah beberapa contohnya

2.4.1 High Speed Diesel (HSD)

HSD merupakan bahan bakar jenis solar yang digunakan untuk mesin diesel yang memiliki performa untuk jumlah cetane 45. Umumnya mesin yang menggunakan bahan bakar HSD merupakan mesin yang menggunakan sistem injeksi pompa dan elektronik injeksi. Jadi pada dasarnya bahan bakar ini diperuntukkan untuk kendaraan bermotor dan bahan bakar peralatan industri.

2.4.2 Marine Fuel Oil (MFO)

MFO dihasilkan dari proses pengolahan minyak berat (residu) sehingga memiliki kekentalan yang lebih tinggi. Jenis ini sering digunakan sebagai bahan bakar langsung pada sektor industri untuk mesin-mesin diesel yang memiliki kecepatan proses yang rendah.

2.4.3 Minyak Bakar

Memiliki sifat dan bentuk yang tidak berbeda jauh dengan MFO, tetapi biasanya digunakan sebagai bahan bakar langsung untuk menghasilkan panas, contohnya saja sebagai bahan bakar furnace pada proses pemanasan minyak mentah.

2.4.4 Industrial Diesel Oil (IDO)

IDO dihasilkan dari proses penyulingan minyak mentah pada temperatur rendah, biasanya jenis ini memiliki kandungan sulfur yang tergolong rendah sehingga dapat diterima oleh Medium Speed Diesel Engine.

2.4.5 Biodiesel

Bahan bakar biodiesel merupakan jenis bahan bakar yang cukup baik sebagai pengganti solar yang berasal dari fraksi minyak bumi, hal ini disebabkan karena biodiesel merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui karena berasal dari

minyak nabati dan hewani walaupun. Secara kimia, susunan biodiesel terdiri dari campuran mono-alkyl ester dan rantai panjang asam lemak, Biodiesel merupakan bahan bakar yang tidak memiliki kandungan berbahaya bila terlepas ke udara, karena sangat mudah untuk terurai secara alami. Dalam proses pembakarannya, bahan bakar jenis ini hanya menghasilkan karbon monoksida serta hidrokarbon yang relatif rendah sehingga cukup aman bagi lingkungan sekitar, hal ini lah yang membuat biodiesel memenuhi persyaratan sebagai bahan bakar.

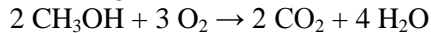
2.4.6 Diesel Permorma Tinggi

Bahan bakar ini merupakan bahan bakar yang memiliki kualitas lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis bahan bakar yang berasal dari petroleum lainnya. Jenis bahan bakar telah mengalami proses peningkatan kualitas dari segi cetane number serta pengurangan kandungan sulfur sehingga lebih di anjurkan bagi mesin diesel sistem injeksi comonrail, untuk lebih jelasnya, sistem injeksi comonrail adalah sebuah tube bercabang yang terdapat di dalam mesin dengan katup injektor yang dikendalikan oleh komputer dimana masing-masing tube tersebut terdiri dari nozzle mekanis dan plunger yang dikedalikan oleh selenoid serta actuator piezoelectric. Pada solar jenis ini memiliki jumlah bilangan cetane 53 serta kandungan sulfur dibawah 300 ppm sehingga digolongkan sebagai diesel modern yang memiliki standar gas buang EURO 2.(anjas,2015)

2.5 Metanol

Metanol, juga dikenal sebagai **metil alkohol**, *wood alcohol* atau **spiritus**, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadikarbon dioksida dan air. Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut:



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat.

Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida; kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisny adalah eksotermik.(anonim,2015)

2.6 Blending

Proses blending adalah penambahan bahan-bahan aditif kedalam fraksi minyak bumi dalam rangka untuk meningkatkan kualitas produk tersebut. Untuk memcampur minyak tua dengan minyak diesel. Ada dua cara dalam memblending yaitu emulsi dan *solution technique*. Emulsi adalah campuran antara partikel partikel suatu zat cair (fase terdispersi) dengan zat cair lainnya (fase pendispersi). Emulsi tersusun atas tiga komponen utama, yaitu: Fase terdispersi, fase pendispersi, dan

emulsifier/emulgator. Dalam pembuatan suatu emulsi, pemilihan emulgator merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan karena mutu dan kestabilan suatu emulsi banyak dipengaruhi oleh emulgator yang digunakan. Salah satu emulgator yang aktif permukaan atau lebih dikenal dengan surfaktan.

Solution technique dilakukan dengan cara memanaskan campuran bahan bakar. Kedua bahan bakar dapat larut tanpa separasi apabila temperatur dipanaskan hingga 50°C.(aprilia,2012)

2.7 Parameter performa mesin

2.7.1 Torsi

Torsi adalah tenaga untuk menggerakkan, menarik atau menjalankan sesuatu (pulling power). Satuan untuk torsi di internasional adalah feet/lbs, feet-pounds atau Newtonmeter (Nm). Torsi dihasilkan dari jarak dan kekuatan dan untuk menghitungnya adalah perkalian antara tenaga dengan jarak. Mesin dari kendaraan menghasilkan torsi dan menggunakannya untuk menggerakkan crankshaft. Jadi, torsi adalah tenaga yang digunakan pada suatu jarak tertentu.

$$\mathbf{T = F \times b \text{ (N.m)}} \quad \mathbf{1.1}$$

dimana:

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar(N)

b = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

2.7.2 Daya

Sebuah kemampuan untuk mengusung sebuah beban dalam periode/rentang waktu tertentu

$$\mathbf{P = T/n} \quad \mathbf{1.2}$$

P = Daya (watt)

T = Torsi Mesin (Nm)

n = Putaran Mesin (rpm)

2.7.3 SFOC (specific fuel oil consumption)

Konsumsi bahan bakar secara spesifik merupakan perbandingan antara bahan bakar yang dikonsumsi dalam waktu tertentu dan tenaga yang dihasilkan oleh motor. Adapun teori dari konsumsi bahan bakar dapat menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{SFOC} = \text{mf}/\text{P} \quad 1.3$$

Keterangan :

bsfc : pemakaian bahan bakar spesifik
 mf : Massa Flow Rate (gr/h)
 P : daya (Kw)

2.8 Cetane number

Ukuran yang menunjukkan kualitas dari bahan bakar untuk diesel, Dalam mesin diesel angka bahan bakar setana yang lebih tinggi akan memiliki periode pengapian lebih pendek daripada bahan bakar setana bernilai rendah. Semakin tinggi angka setana akan lebih mudah bagi bahan bakar untuk terbakar dalam kompresi, Dengan bahan bakar yang mudah terbakar maka akan mengurangi ketukan dari mesin diesel, sehingga mesin akan lebih halus.

Nilai Setana dinyatakan dengan angka, dan biasanya mesin diesel berada diangka CN 40-55. Seperti penjelasan diatas, Bahan bakar dengan setana yang lebih tinggi mengalami keterlambatan pengapian yang lebih pendek, akan memberikan lebih banyak waktu untuk proses pembakaran bahan bakar akan selesai. Oleh karena itu, mesin diesel high performance akan beroperasi lebih efektif dengan bahan bakar setana yang lebih tinggi .Di Eropa , nomor setana ditetapkan minimal 38 tahun 1994 dan 40 pada tahun 2000. Pada saat ini standar untuk diesel dijual di Uni Eropa, Islandia, Norwegia dan Swiss diatur dalam EN 590, dengan setana minimal 51. Solar yang bagus biasanya memiliki setane setinggi 60. Di Amerika Utara, sebagian besar negara mengadopsi ASTM D975 sebagai standar bahan bakar diesel mereka dan setanaminimum ditetapkan sebesar 42-

45. Beberapa Aditif sering ditambahkan ke dalam bahan bakar untuk memberikan pelumasan, deterjen untuk membersihkan injector bahan bakar dan meminimalkan deposit karbon, dispersan air, dan aditif lainnya tergantung pada kebutuhan geografis dan musim.

Tabel 1 pebandingan nilai cetane
(Hasil Uji Test Laboratorium Minyak Diesel Jasa
Laboratorium Kalibrasi PT. PETROLAB Service)

Merk Minyak Diesel	Partikula t	Sulphur Content	Angka Cetana	Rating Recomended
Biosolar	24Mg/l	0,21%	49	**
PertaminaDEX	3,5Mg/l	0,11%	48,5	*****
Petronas Diesel	12Mg/l	0,21%	51,2	***
Total Diesel	80Mg/l	0,20%	48,1	**
Shell Diesel	9Mg/l	0,11%	49,5	****

2.9 Sulfur content

Sulfur menjadi masalah utama dari mesin diesel, Karena semakin tinggi sulfur dalam kandungan solar akan memancing kadar asam berlebih. Situasi ini berakibat kerusakan pada komponen mesin, mulai dari kerak, hingga saluran bahan bakar. Kerak di saluran bahan bakar dapat mengganggu suplai solar yang dialirkan ke dalam silinder, efek langsungnya mengganggu kinerja mesin, mulai dari penurunan tenaga sampai kerusakan lebih serius.

Dalam hal polusi udara, gas sisa pembakaran dari mesin bila bercampur udara akan membentuk sulfur dioksida (SO₂). Ketika SO₂ tercampur dengan uap air akan terjadi susunan asam yang membahayakan bagi tubuh. Pada biosolar biasanya memiliki angka setana sekitar 48 min sampai 51 max dengan sulphur 500 ppm. Solar biasa memiliki angka setana

sekitar 48 masimal dan sulphur diatas 500ppm. Pertadex memiliki setana min 54 (biasanya 55-56) dengan sulphur 300ppm. Shell Diesel memiliki setana sekitar 48-52 dengan sulphur hanya 50 ppm

2.10 Emisi

Emisi adalah zat, energi atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya ke dalam udara yang mempunyai atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Namun secara umum, emisi dapat di analogikan sebagai pancaran, misalnya: pancaran sinar, elektron atau ion. Berdasarkan peristiwanya, dapat terjadi akibat terganggunya suatu sistem yang melampaui suatu batas energi sehingga terjadi suatu emisi.

Dari paparan di atas dapat disimpulkan bahwa Emisi merupakan zat, energy atau komponen yang dihasilkan oleh kegiatan yang berlebihan, sehingga menimbulkan terganggunya suatu system. Sebagai contoh adalah Emisi Gas Buang. Alat yang biasa untuk mengukur gas buang adalah exhaust gas analyzer.

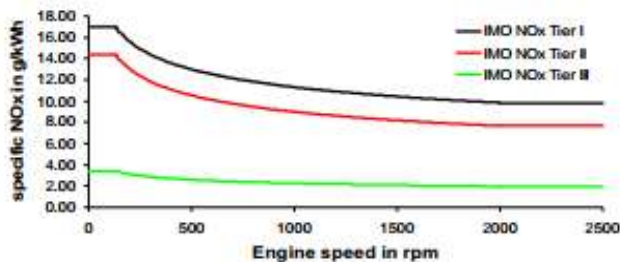


Gambar 2.6 Exhaust gas analyzer

2.9.1 Marpol annex VI regulasi 13

Penggunaan mesin diesel dimana peraturan ini berlaku sangat dibatasi, kecuali ketika emisi yang dihasilkan berupa nitrogen oxida dari mesin dengan beberapa syarat

- 17.0 g/kW h ketika kurang dari 130 rpm
- $45,0 \times n^{-0,2}$ g/kW h dengan n adalah 130 atau lebih tetapi kurang dari 2000 rpm
- 9.8 g/kW h ketika n adalah 2000 rpm atau lebih dimana n = kecepatan mesin rata - rata (perputaran krankshaft per menit).



gambar 2.7 diagram regulasi IMO

BAB III

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah:

3.1 Studi Pustaka

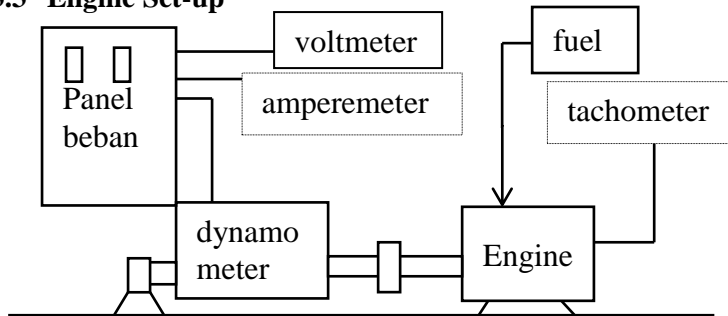
Studi pustaka adalah suatu metode yang dipergunakan dalam penelitian ilmiah yang dilakukan dengan membaca dan mengolah data yang diperoleh dari literatur. Data yang dibaca dan diolah adalah data yang berhubungan dengan hasil – hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini dilakukan persiapan perlengkapan yang diperlukan untuk melakukan penemulsi antara metanol dengan minyak diesel. Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen ini adalah sebagai berikut :

- a. Minyak diesel
- b. Methanol
- c. Tween 80
- d. Span 80
- e. Gelas ukur
- f. Ember
- g. Mixer
- h. Mesin Diesel Yanmar TF85-MH
- i. Komputer sebagai pengolahan data

3.3 Engine Set-up



Gambar 3.1 Engine Set-up

Peralatan yang dipakai:

- Yanmar TF 85 MH
- Electric dynamometer
- Control panel
- Fuel
- Amperemeter
- Voltmeter
- Tachometer

Untuk penentuan variabel bahan bakar yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Variabel Bahan Bakar
 - i. BB0 = Pertamina Dex 100%
 - ii. BB 15= *Minyak Diesel* + 15 % *metanol*
- b. Variabel RPM
 - i. Pada RPM 1800
 - ii. Pada RPM 1900
 - iii. PadaRPM 2000
 - iv. PadaRPM 2100
 - v. Pada RPM 2200
- c. Variabel Beban
 - i. Pada beban0% yaitu 0 Watt
 - ii. Pada beban 20% yaitu 1000 Watt
 - iii. Pada beban 40% yaitu 2000 Watt

- iv. Pada beban 60% yaitu 3000 Watt
- v. Pada beban 80% yaitu 4000 Watt
- vi. Pada beban 100% yaitu 5000 Watt

3.4 Pembuatan bahan bakar emulsi minyak diesel dengan metanol

Pencampuran bahan bakar merupakan hal yang terpenting karena berhasil atau tidaknya penelitian ini berasal dari proses awal pencampuran antara minyak diesel dengan metanol

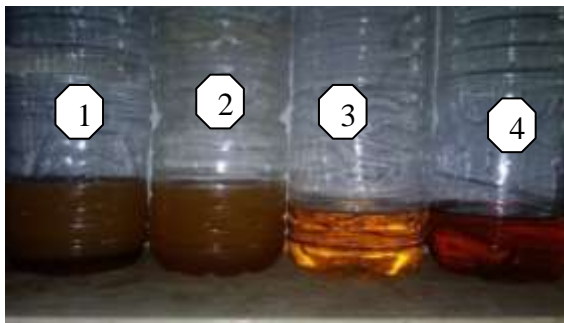
3.4.1 Penentuan komposisi

Penentuan komposisi merupakan hal penting yang harus dilakukan mengingat dengan ketersediaan bahan baku yang terbatas. Pada Penelitian kali ini ditentukan jumlah campuran yaitu

Minyak diesel + metanol 15%

3.4.2 Penentuan komposisi emulgator

Setelah ditentukan komposisi antara minyak diesel dengan metanol perlu diperhatikan pula pencampuran dengan emulgatornya. Karena kita masih tidak tahu berapakah campuran yang sesuai untuk bisa mencampurkan antara minyak diesel dan metanol



Gambar 3.2 emulsi solar dengan metanol
dalam beberapa komposisi

Pada gambar diatas dapat dilihat dari kiri ke kanan beberapa variasi campuran dari solar dengan metanol

1. Solar 100 ml + metanol 15 % + 5% tween 80 + 5% span 80

2. Solar 100 ml + metanol 15 % + 6% tween 80 + 6% span 80
3. Solar 100 ml + metanol 15 % + 7% tween 80 + 7% span 80
4. Solar 100 ml + metanol 15 % + 8% tween 80 + 8% span 80

pada gambar nomor 1 diatas dilakukan pencampuran pertama dengan komposisi tween 80 dan span 80 sebesar 5%, pada gambar tersebut terlihat masih ada endapan dan masih belum tercampur sempurna antara minyak diesel dengan metanol

Sama dengan gambar nomor 2 sebelumnya masih ada endapan yang muncul di bagian bawah campuran antara minyak diesel dengan metanol meskipun komposisi antara tween 80 dan span 80 sudah ditingkatkan menjadi 6 %

Pada nomor 3 diatas komposisi antara tween 80 dan span 80 sudah ditingkatkan dari 6 % menjadi 7 % dan tidak terjadi separasi antara minyak diesel dengan metanol sehingga komposisi ini bisa dipakai untuk percobaan tetapi dari warna menunjukkan bahan bakar tersebut belum tercampur secara sempurna.

Pada nomor 4 sudah ditambahkan komposisi antara tween 80 dan span 80 menjadi 8% dengan harapan bahan bakar dapat tercampur lebih sempurna dibandingkan dengan komposisi yang 7 ml

Dari ke empat macam komposisi campuran tersebut dapat disimpulkan minyak diesel dan metanol dapat tercampur sempurna dengan tambahan tween 80 dan span 80 sebanyak 8%, maka dari itu pada campuran berikutnya akan dipakai campuran tween 80 dan span 80 sebanyak 8%.

3.4.3 Proses Pencampuran minyak diesel dengan metanol

Setelah ditentukan komposisi emulgator yang sesuai, setelah itu dilakukanlah pencampuran antara minyak diesel, metanol, tween 80 dan span 80 sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan sebelumnya.



Gambar 3.3 Solar + metanol +
8% tween 80 + 8% span 80

Gambar diatas merupakan campuran awal antara minyak diesel, metanol, tween 80 dan span 80. Campuran tersebut terlihat belum tercampur dan masih berpisah antara 1 sama lain

Langkah selanjutnya adalah proses pencampuran dibantu dengan mixer. Proses ini berlangsung selama kurang lebih 1 jam dengan kecepatan tinggi. Apabila setelah 1 jam masih ada endapan yang tersisa maka proses pencampuran dapat dilanjutkan sampai 1 jam berikutnya. Salah satu tanda campuran sudah tercampur sempurna adalah berkurangnya busa saat proses pencampuran. Pada saat awal busa yang tercipta sangat banyak, setelah kurang lebih 1 jam proses pencampuran busa akan semakin berkurang yang menandakan campuran tersebut dapat tercampur dengan sempurna.



Gambar 3.4 proses akhir bahan bakar campuran

Setelah dilakukan proses pencampuran dengan mixer selama kurang lebih 1 jam, larutan tersebut akan didiamkan selama kurang lebih 1 hari untuk melihat apakah terjadi separasi antara minyak diesel, metanol, twenn 80 dan span 80. Setelah didiamkan apabila tidak terjadi separasi maka selanjutnya dapat dilanjutkan dengan pengambilan data dengan bahan bakar campuran pada mesin diesel.

3.5 Uji Karakteristik Biodiesel

Pada tahap ini merupakan tahap uji karakteristik yang dilakukan dalam skala laboratorium. Karakteristik utama yang harus diuji adalah sebagai berikut.

3.5.1 *Cetane number*

Ukuran yang menunjukkan kualitas dari bahan bakar untuk diesel, Dalam mesin diesel angka bahan bakar setana yang lebih tinggi akan memiliki periode pengapian lebih pendek daripada bahan bakar setana bernilai rendah. Semakin tinggi angka setana akan lebih mudah bagi bahan bakar untuk terbakar dalam kompresi, Dengan bahan bakar yang mudah terbakar maka akan mengurangi ketukan dari mesin diesel, sehingga mesin akan lebih halus.

3.5.2 *Sulfur content*

Sulfur menjadi masalah utama dari mesin diesel, Karena semakin tinggi sulfur dalam kandungan solar akan memancing kadar asam berlebih. Situasi ini berakibat kerusakan pada komponen mesin, mulai dari kerak, hingga saluran bahan bakar. Kerak di saluran bahan bakar dapat mengganggu suplai solar yang dialirkan ke dalam silinder, efek langsungnya mengganggu kinerja mesin, mulai dari penurunan tenaga sampai kerusakan lebih serius.

3.5.3 *Viscositas*

Viskositas merupakan ukuran kekentalan yang menyatakan besar kecilnya gesekan didalam fluida. Pada motor diesel *viskositas* berpengaruh pada kemudahan bahan bakar untuk

mengalirkan di dalam saluran bahan bakar, pompa, dan injektor. Semakin rendah *viskositas* bahan bakar, maka semakin mudah bahan bakar tersebut mengalir.

3.5.4 Densitas

Berat jenis (*density*) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat (kg) per satuan volume (m^3) bahan bakar. Berat jenis dapat dipengaruhi oleh perubahan temperatur temperature dan tekanan yang dialami oleh bahan bakar biodiesel. Semakin tinggi tekanan yang dialami bahan bakar biodiesel maka berat jenisnya semakin tinggi. Sedangkan semakin tinggi temperatur yang dialami bahan bakar biodiesel maka berat jenisnya semakin menurun.

3.5.5 Titik nyala (*flash point*)

Titik nyala adalah temperatur terendah suatu bahan bakar yang pada saat dipanaskan, maka uap yang bercampur dengan udara dari hasil pemanasan tersebut akan menyala bila diberikan kompresi yang tinggi. Titik nyala pada standard biodiesel memiliki batas nilai minimal $100^{\circ}C$.

3.5.6 *Pour point*

Titik tuang merupakan batas temperatur tuang dimana mulai terbentuk kristal-kristal paraffin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar dan injektor. Pada titik tuang yang tinggi bahan bakar tidak dapat mengalir sempurna dan tidak akan terjadi atomisasi yang baik ketika diinjeksikan ke ruang bakar motor diesel. Oleh karena itu kandungan *properties* dari biodiesel sebagai pengganti minyak solar harus diperhatikan kualitasnya.

3.5.7 *Lower Heating Value*(LHV)

Nilai panas (nilai pembakaran) atau HV (*Heating Value*) adalah jumlah panas yang dikeluarkan oleh 1 kg bahan bakar bila bahan bakar tersebut dibakar. Pada gas hasil pembakaran terdapat H_2O dalam bentuk uap atau cairan. Nilai kalor biasanya digunakan pada bahan bakar dan merupakan karakteristik dari

bahan bakar tersebut. Terdapat dua macam nilai pembakaran yaitu nilai pembakaran atas atau *Higher Heating Value* (HHV) dan nilai pembakaran bawah atau *Lower Heating Value* (LHV). HHV merupakan nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H_2O berbentuk cairan, sedangkan LHV yaitu nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H_2O berbentuk gas.

3.6 Proses pengujian dan pengambilan data

Pada proses ini akan dilakukan pencampuran antara metanol dengan solar dengan komposisi untuk 85% solar akan diberi 15% metanol. Lalu akan ditambahkan pula emulgator untuk mempermudah pencampuran bahan bakar pada percobaan kali ini dipakai tween 80 dan span 80 tetapi untuk awalnya akan dibuat dalam skala kecil dahulu untuk mencari campuran yang sesuai. Setelah pencampuran berhasil maka akan dilakukan pengambilan data yaitu untuk putaran 1800,1900,2000,2100,2200 Rpm. Dengan beban yang divariasikan.

3.7 Pengolahan dan analisa data

Data yang diperoleh dikumpulkan, diolah dan melakukan verifikasi data yang diperoleh dari hasil pengujian dengan data pustaka untuk selanjutnya dihitung berapa torsi, power,SFC,BMEP dan emisi yang dihasilkan oleh masing masing percobaan

3.8 Penyusunan laporan

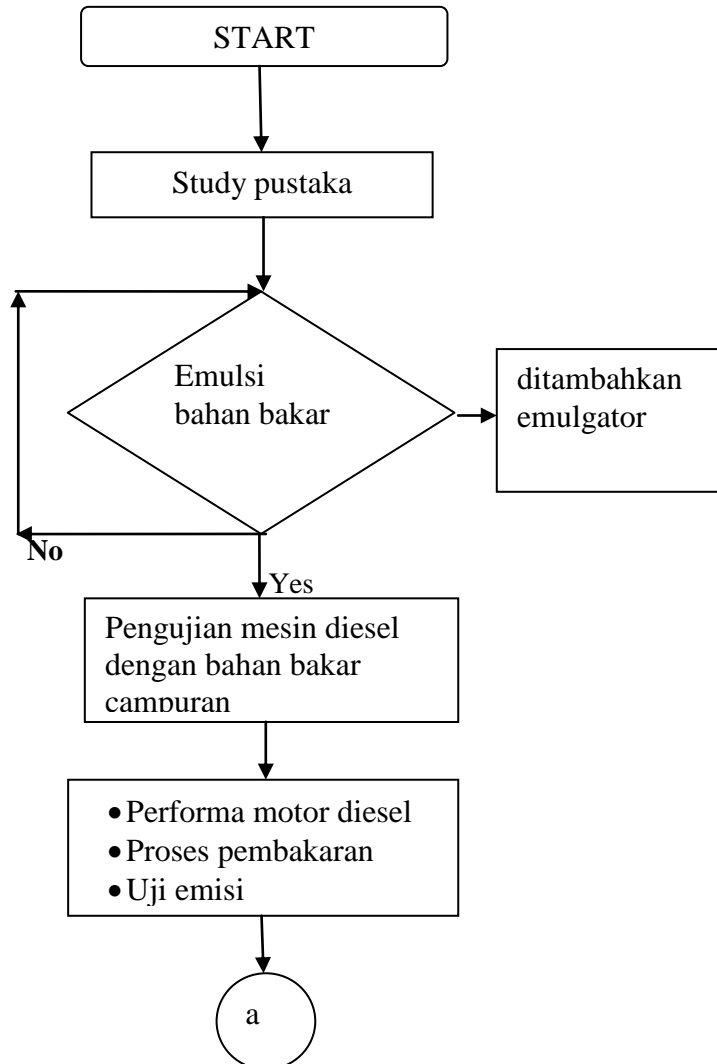
Penyusunan laporan mulai dilakukan, asistensi dilakukan dengan dosen pembimbing Tugas Akhir yang bertujuan untuk mendapatkan tambahan pengetahuan dan masukan dari dosen pembimbing, serta koreksi terhadap kesalahan – kesalahan yang terjadi dalam penyusunan laporan Tugas Akhir. Berdasarkan data – data yang diperoleh,

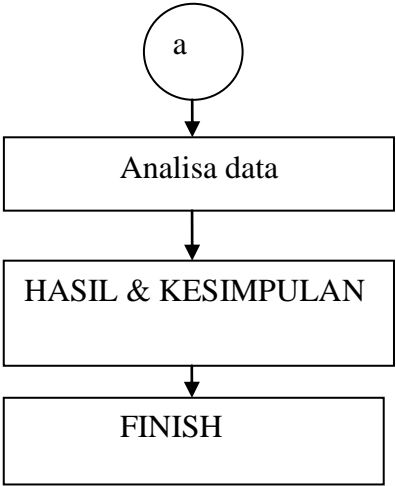
3.9 Kesimpulan

Setelah semua tahapan dilakukan, maka selanjutnya adalah menarik kesimpulan analisa data dan percobaan. Diharapkan nantinya hasil kesimpulan dapat menjawab

permasalahan yang menjadi tujuan skripsi ini. Selain itu diperlukan saran berdasarkan hasil penellitian untuk perbaikan tugas akhir supaya lebih sempurna.

Diagram alir





BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

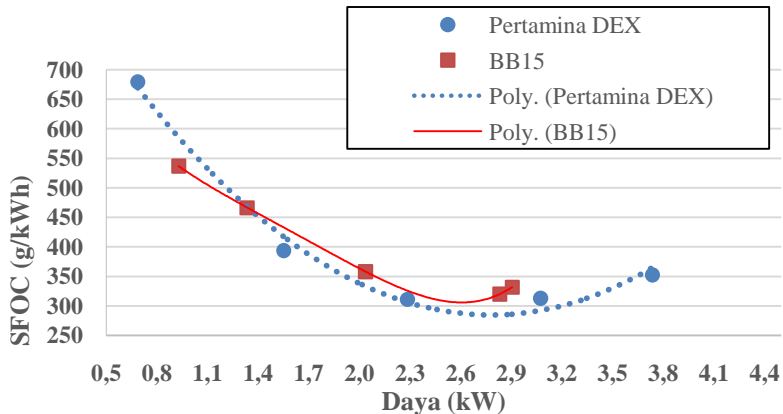
4.1 Pengaruh Emulsi metanol dengan minyak diesel Terhadap Performa Motor Diesel

Motor diesel merupakan jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*), dimana pembakaran dengan menyemprotkan bahan bakar cair kedalam udara yang dipanaskan kompresi didalam silinder. Bahan bakar akan terbakar bersamaan dengan udara bertekanan kemudian akan menghasilkan suatu kerja.

Pada Penelitian ini akan dilakukan uji peformansi untuk mengetahui pengaruh pencampuran metanol pada minyak diesel. Hasil percobaan ini nantinya akan menentukan performa mesin secara menyeluruh terutama pada pembebanan pada masing-masing putaran. Putaran yang digunakan dalam percobaan ini dimulai pada putaran 1800 rpm sampai dengan 2200 rpm.

Jenis bahan bakar yang akan digunakan dalam percobaan ini ada 2 jenis yaitu 100% minyak solar/ pertamina dex (BB0) dan bahan bakar emulsi antara pertamina dex dengan metanol dengan prosentase 100ml solar dengan 15% metanol (BB15) dengan penambahan tween 80 8% dan span 80 8%

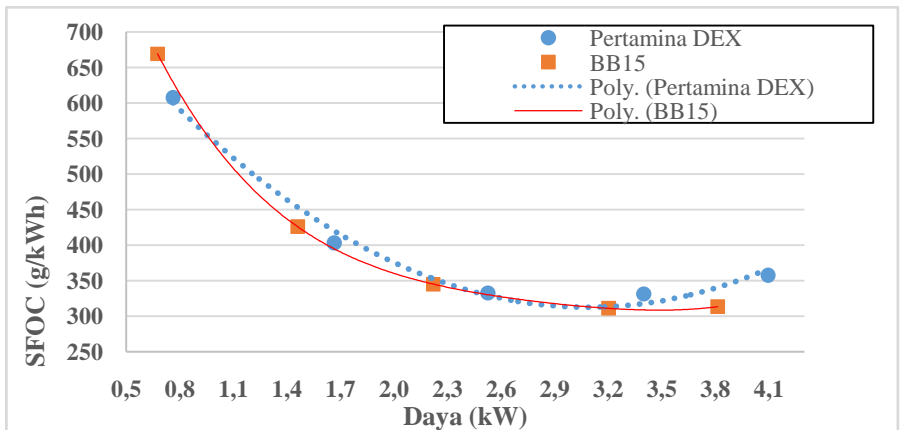
4.1.1 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, BB15 pada 1800 RPM



Grafik 4.1 Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar BB0, BB15 pada 1800 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada Pertamina DEX SFOC pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 0,69 kW dan nilai SFOC sebesar 690 gr/kWh, nilai tersebut jauh lebih tinggi dari nilai SFOC pada bahan bakar campuran (BB15) tetapi BB15 menghasilkan daya yang lebih besar yaitu 0,95 kW dengan SFOC yang lebih kecil. Dan seiring dengan bertambahnya beban, daya yang dihasilkan akan semakin besar sementara SFOC yang didapatkan pun akan semakin kecil. Tetapi pada Pertamina DEX daya yang dihasilkan lebih tinggi dari BB15 tetapi Pertamina DEX memiliki SFOC yang lebih tinggi dari BB15.

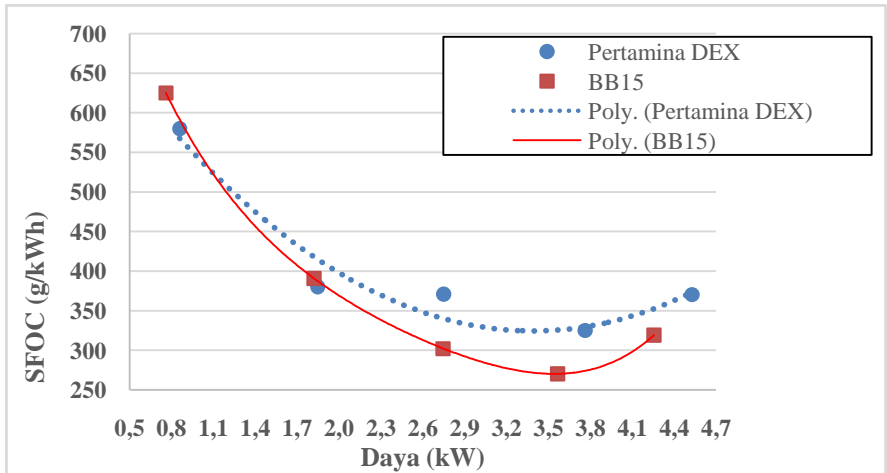
4.1.2 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, BB15 pada 1900 RPM



Grafik 4.2 Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar BB0, BB15 pada 1900 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada BB15 SFOC pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 0,65 kW dan nilai SFOC sebesar 660 gr/kWh, nilai tersebut jauh lebih tinggi dari nilai SFOC pada pertamina dex, tetapi pertamina dex menghasilkan daya yang lebih besar yaitu 0,69 kW dengan SFOC yang lebih kecil. Dan seiring dengan bertambahnya beban, daya yang dihasilkan akan semakin besar sementara SFOC yang didapatkan pun akan semakin kecil. Pada pertamina dex daya yang dihasilkan lebih tinggi dari BB15 tetapi BB15 memiliki SFOC yang lebih kecil dari pertamina dex.

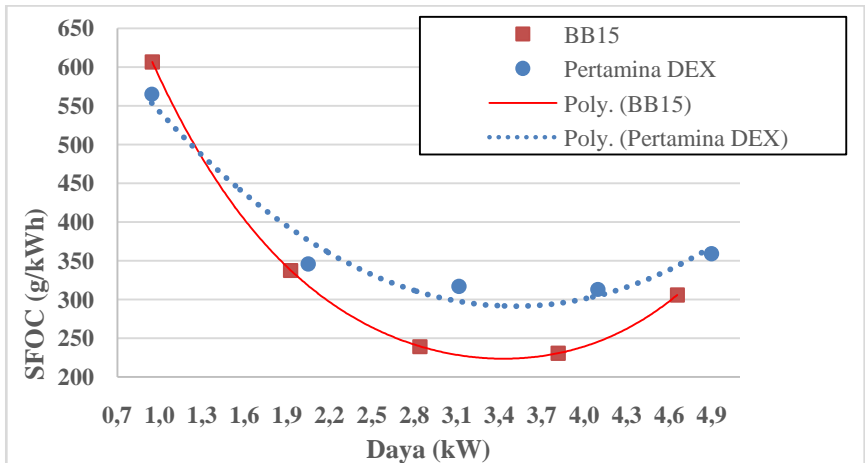
4.1.3 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, BB15 pada 2000 RPM



Grafik 4.3 Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar BB0, BB15 pada 2000 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada BB15 SFOC pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 0,78 kW dan nilai SFOC sebesar 640 gr/kWh, nilai tersebut jauh lebih tinggi dari nilai SFOC pada pertamina dex, tetapi pertamina dex menghasilkan daya yang lebih besar yaitu 0,8 kW dengan SFOC yang lebih kecil yaitu 590 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban, daya yang dihasilkan akan semakin besar sementara SFOC yang didapatkan pun akan semakin kecil. Pada pertamina dex daya yang dihasilkan lebih tinggi dari BB15 tetapi BB 15 memiliki SFOC yang lebih kecil dari pertamina dex.

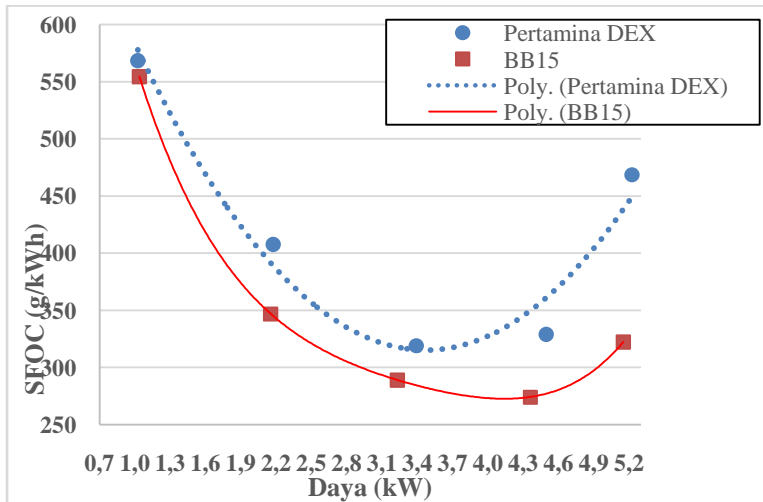
4.1.4 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, BB15 pada 2100 RPM



Grafik 4.4 Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar BB0, BB15 pada 2100 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada BB15 SFOC pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 1,01 kW dan nilai SFOC sebesar 620, nilai tersebut jauh lebih tinggi dari nilai SFOC pada Pertamina dex, dan Pertamina dex menghasilkan daya yang hampir sama dengan BB15 yaitu 0,99 kW dengan SFOC yang lebih kecil yaitu 570 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban, daya yang dihasilkan akan semakin besar sementara SFOC yang didapatkan pun akan semakin kecil. Pada Pertamina dex daya yang dihasilkan lebih tinggi dari BB15 tetapi BB15 memiliki SFOC yang lebih kecil dari Pertamina dex.

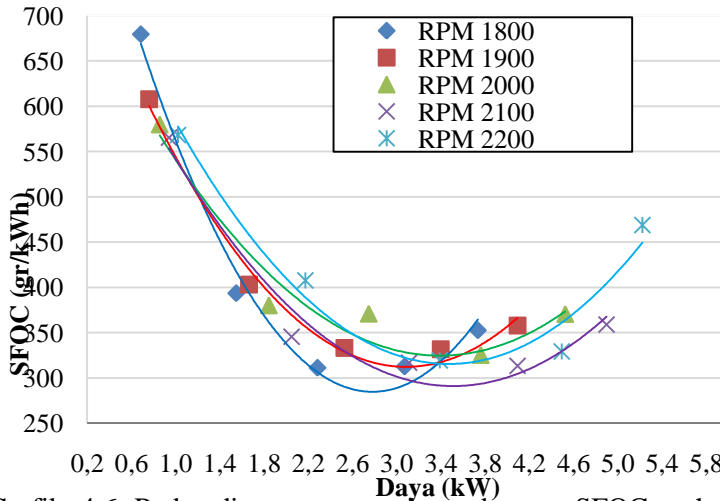
4.1.5 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, BB15 pada 2200 RPM



Grafik 4.5 Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar BB0, BB15 pada 2200 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada BB15 SFOC pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 1,06 kW dan nilai SFOC sebesar 560 gr/kWh, nilai tersebut hampir sama dengan nilai SFOC pada pertamina dex, dan pertamina dex menghasilkan daya hampir sama yaitu 1,02 kW dengan SFOC yang lebih kbesar yaitu 590 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban daya yang dihasilkan akan semakin besar sementara SFOC yang didapatkan pun akan semakin kecil. Pada pertamina dex daya yang dihasilkan hampir sama dari BB15 tetapi BB 15 memiliki SFOC yang lebih kecil dari pertamina dex.

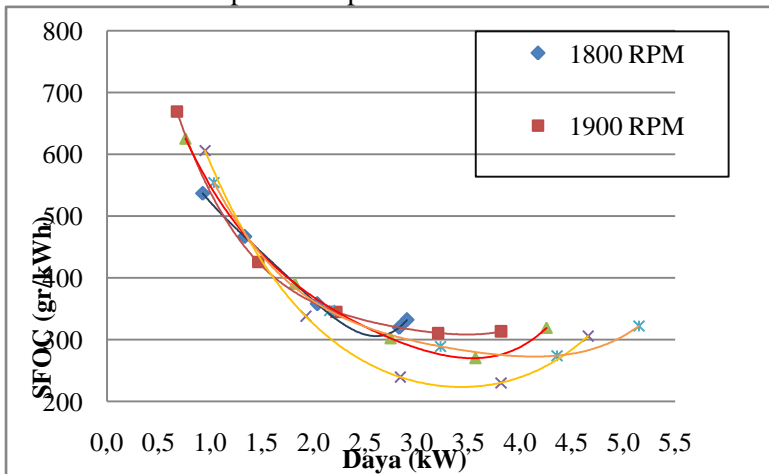
4.1.6 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC pada Bahan Bakar BB0 pada setiap RPM



Grafik 4.6 Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap bahan bakar BB0, pada setiap RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada beban rendah SFOC yang dihasilkan memiliki nilai yang berkisar antara 550gr/kWh sampai 690 gr/kWh dengan daya yang berkisar antara 0,6 kW sampai 0,9 kW Dan seiring dengan bertambahnya beban, daya yang dihasilkan akan semakin besar sementara SFOC yang didapatkan pun akan semakin kecil.

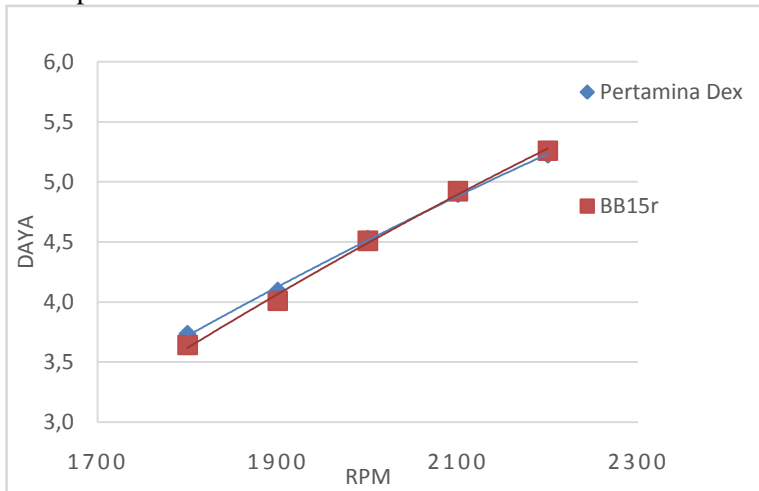
4.1.7 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC pada Bahan Bakar BB15 pada setiap RPM



Grafik 4.7 Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap bahan bakar BB0, pada setiap RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada beban rendah SFOC yang dihasilkan memiliki nilai yang berkisar antara 500gr/kWh sampai 690 gr/kWh dengan daya yang berkisar antara 0,6 kW sampai 0,9 kW Dan seiring dengan bertambahnya beban, daya yang dihasilkan akan semakin besar yaitu berkisar antara 3,5 kW sampai 5,3 kW sementara SFOC yang didapatkan pun akan semakin kecil yaitu berkisar antara 200 gr/kWh sampai 350 gr/kWh

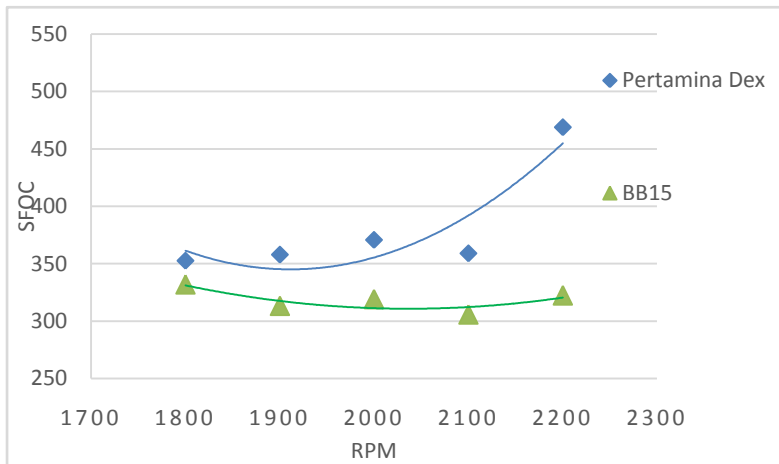
4.1.8 Perbandingan Antara daya maksimal dengan putaran mesin pada Bahan Bakar BB0 dan BB15



Grafik 4.8 Perbandingan antara daya maksimum dengan Rpm terhadap bahan bakar BB0 dan BB15, pada setiap RPM

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa daya maksimal yang dihasilkan akan semakin tinggi seiring dengan bertambah tingginya rpm. Pada BB 15 memiliki daya yang lebih kecil daripada BB0 yaitu 3,6 untuk BB15 dan 3,7 untuk pertamina dex, meskipun perbedaan tersebut tidak terlalu besar dan hanya terjadi pada rpm rendah saja. Dan pada rpm tinggi daya yang dihasilkan BB mengunguli dari pertamina dex yaitu 5,3 untuk BB15 dan 5,28 untuk pertamina dex

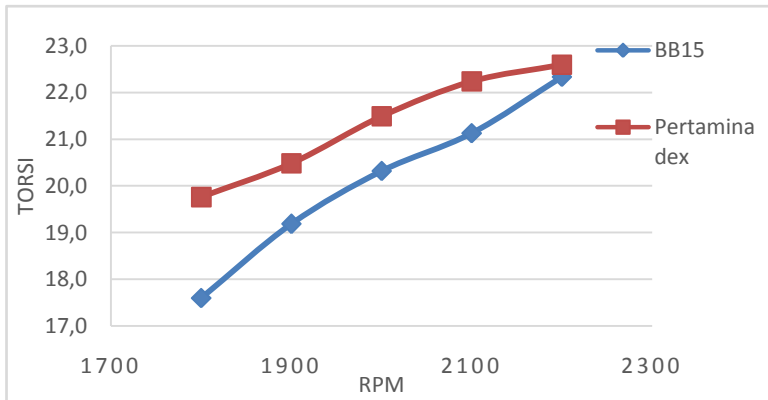
4.1.9 Perbandingan Antara SFOC maksimal dengan putaran mesin pada Bahan Bakar BB0 dan BB15



Grafik 4.9 Perbandingan antara SFOC maksimum dengan Rpm terhadap bahan bakar BB0 dan BB15

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa SFOC maksimal yang dihasilkan akan semakin tinggi seiring dengan bertambah tingginya rpm. Pada BB 15 memiliki SFOC yang lebih kecil daripada BB0, pada rpm rendah perbedaan tersebut tidak terlalu besar tetapi dengan meningkatnya rpm maka perbedaan akan semakin besar pada Pertamina Dex di 2200 rpm memiliki SFOC sebesar 460 gr/kWh semetara BB15 memiliki nilai sebesar 320 gr/kWh. Hal ini menunjukkan bahwa metanol yang dicampur pada minyak diesel memiliki pengaruh pada konsumsi bahan bakar pada rpm dan beban tinggi

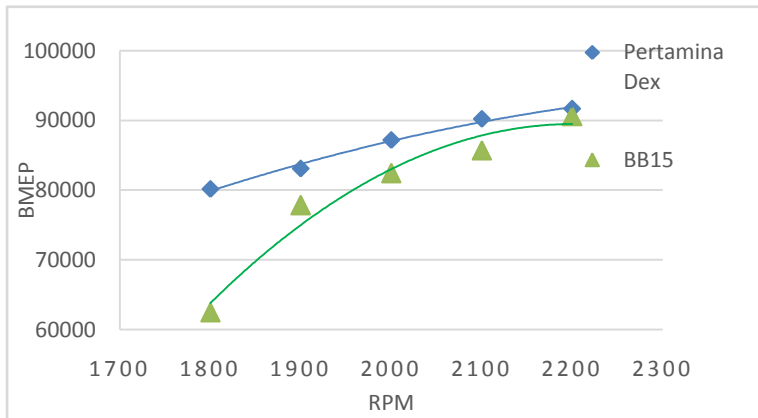
4.1.10 Perbandingan Antara Torsi maksimal dengan putaran mesin pada Bahan Bakar BB0 dan BB15



Grafik 4.10 Perbandingan antara Torsi maksimum dengan Rpm terhadap bahan bakar BB0 dan BB15,

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa torsi maksimal yang dihasilkan akan semakin tinggi seiring dengan bertambah tingginya rpm. Pada BB 15 memiliki torsi yang lebih kecil daripada BB0, pada rpm rendah perbedaan tersebut terlihat sangat besar yaitu 17,5Nm untuk BB15 dan 19,8 untuk Pertamina dex tetapi dengan meningkatnya rpm maka perbedaan akan semakin kecil pada Pertamina dex di 2200 rpm memiliki SFOC sebesar 22,5 Nm sementara BB15 memiliki nilai sebesar 22,3 Nm. Hal ini menunjukkan bahwa metanol yang dicampur pada minyak diesel memiliki pengaruh pada torsi maksimal yang dihasilkan terutama pada beban dan rpm rendah

4.1.11 Perbandingan Antara BMEP maksimal dengan putaran mesin pada Bahan Bakar BB0 dab BB15

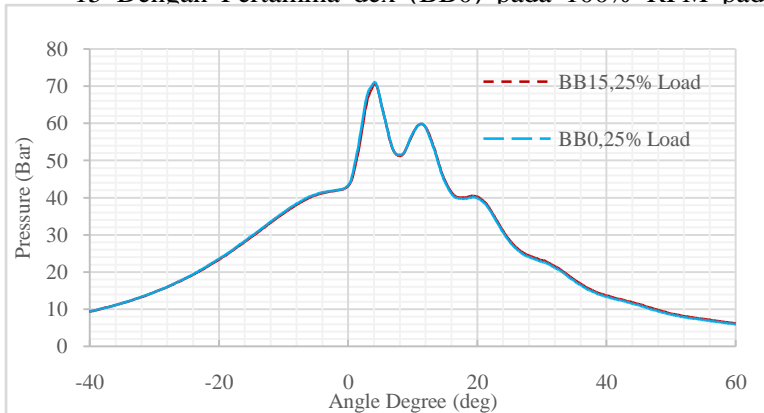


Grafik 4.11 Perbandingan antara BMEP maksimum dengan Rpm terhadap bahan bakar BB0 dan BB15,

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa BMEP maksimal yang dihasilkan akan semakin tinggi seiring dengan bertambah tingginya rpm. Pada BB 15 memiliki BMEP yang lebih kecil daripada BB0, pada rpm rendah perbedaan tersebut terlihat sangat besar yaitu 62000N/m² untuk BB15 dan 8000N/m² untuk Pertamina Dex tetapi dengan meningkatnya rpm maka perbedaan akan semakin kecil pada Pertamina Dex di 2200 rpm memiliki SFOC sebesar 90000 N/m² sementara BB15 memiliki nilai sebesar 91000 N/m². Hal ini menunjukkan bahwa metanol yang dicampur pada minyak diesel memiliki pengaruh pada bmeP maksimal yang dihasilkan terutama pada beban dan rpm rendah.

4.2 Analisa Perbandingan tekanan hasil proses Pembakaran antara BB15 deengan BB0 pada daya maksimal

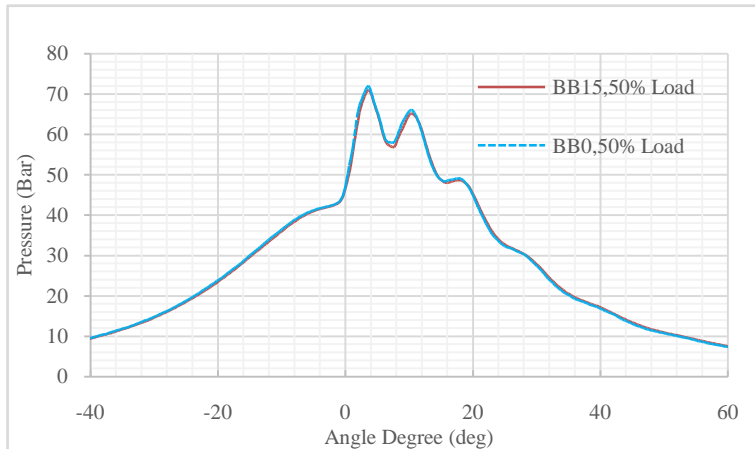
4.2.1 Analisa perbandingan tekanan hasil proses pembakaran BB 15 Dengan Pertamina dex (BB0) pada 100% RPM pada



Grafik 4.12 Perbandingan hasil proses pembakaran antara BB15 dengan BB0 pada 100% RPM, 25% load

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai tekanan di RPM 2200 pada Load 25% adalah BB15 dengan nilai 70.7 bar pada posisi 5,2⁰ setelah TMA, kemudian BB0 dengan nilai 71.5 bar pada 4,1⁰ setelah TMA

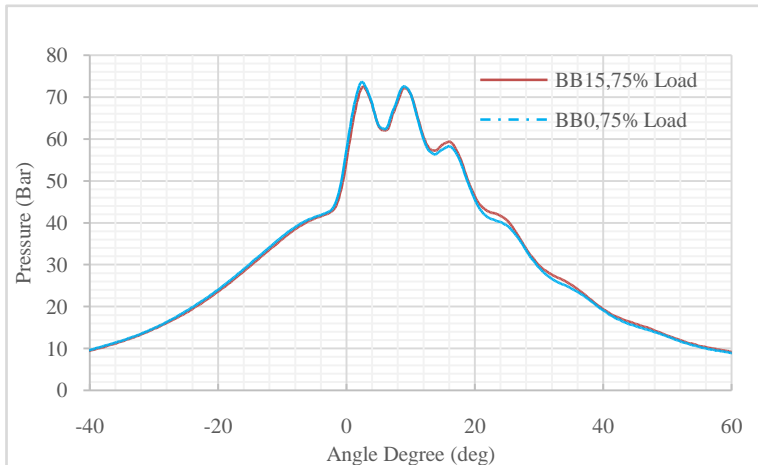
4.2.2 Analisa perbandingan tekanan hasil proses pembakaran BB 15 Dengan Pertamina dex (BB0) pada 100% RPM pada beban 50% Load



Grafik 4.13 Perbandingan hasil proses pembakaran antara BB15 dengan BB0 pada 100% RPM, 50% load

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai tekanan di RPM 2200 pada Load 50% adalah BB15 dengan nilai 71.7 bar pada posisi 5.6° setelah TMA, kemudian BB0 dengan nilai 72.7 bar pada 4.3° setelah TMA

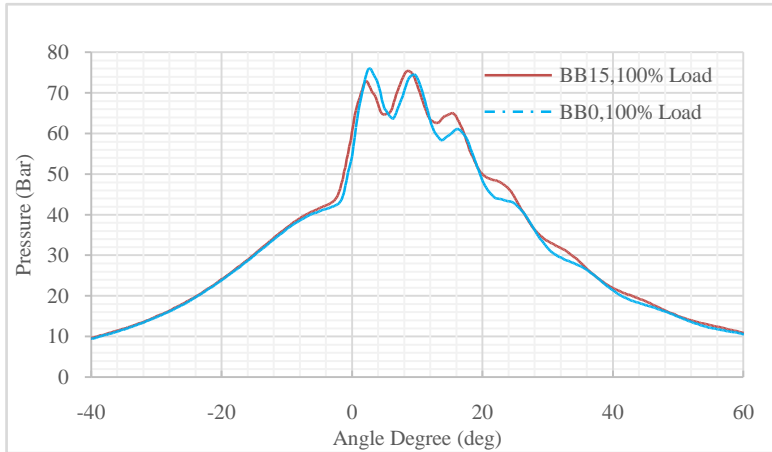
4.2.3 Analisa perbandingan tekanan hasil proses pembakaran BB 15 Dengan Pertamina dex (BB0) pada 100% RPM pada beban 75% Load



Grafik 4.14 Perbandingan hasil proses pembakaran antara BB15 dengan BB0 pada 100% RPM, 75% load

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai tekanan di RPM 2200 pada Load 75% adalah BB15 dengan nilai 72.5 bar pada posisi 6.8^0 setelah TMA, kemudian BB0 dengan nilai 74.3 bar pada 4.8^0 setelah TMA

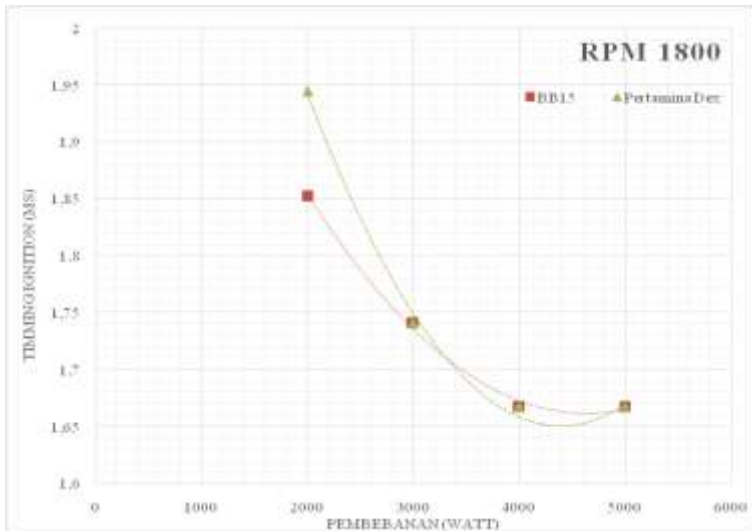
4.2.4 Analisa perbandingan hasil proses pembakaran BB 15 Dengan Pertamina dex (BB0) pada 100% RPM pada beban 100%



Grafik 4.15 Perbandingan hasil proses pembakaran antara BB15 dengan BB0 pada 100% RPM, 100% load

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai tekanan di RPM 2200 pada Load 100% adalah BB15 dengan nilai 73.2 bar pada posisi 4.8° setelah TMA, kemudian BB0 dengan nilai 75.5 bar pada 5.3° setelah TMA

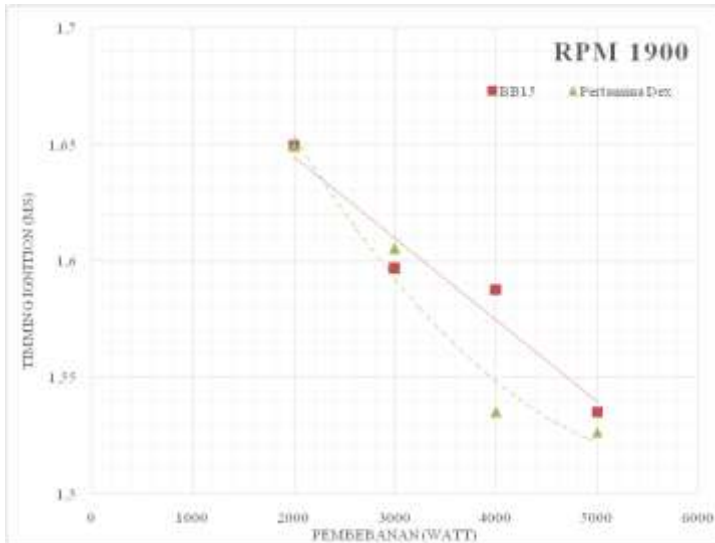
- 4.3. Analisa Perbandingan Hasil *Ignition Delay* pada BB15 dan BB0 daya maksimal
- 4.3.1 Analisa Perbandingan Hasil *Ignition Delay* BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 1800 RPM Pada beban 25% - 100%



Grafik 4.16 Analisa Perbandingan *ignition delay* antara BB15 dan Pertamina Dex pada semua beban dan RPM 1800

Grafik diatas merupakan analisa *Ignition Delay* pada RPM 1800. BB15 merupakan jenis bahan bakar yang paling cepat waktu pengijeksiannya pada saat beban 2000 dan 3000 watt dimana waktu pengijeksiannya yaitu 1,85ms, 1,73ms, dan BB0 memiliki nilai sebesar 1,95 dan 1,74. Sementara pada saat beban 4000 dan 5000 BB0 memiliki waktu yang lebih cepat dalam penginjeksian yaitu 1,66ms, 1,67ms, sementara pada BB15 memiliki nilai 1,67ms dan 1,68ms.

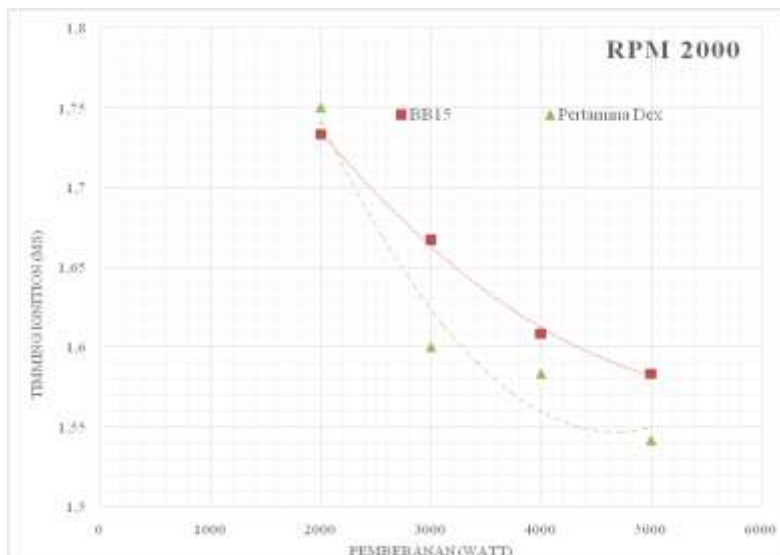
4.3.2 Analisa Perbandingan Hasil *Ignition Delay* BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 1900RPM Pada beban 25% - 100%



Grafik 4.17 Analisa Perbandingan *Heat Release* antara BB15 dan Pertamina Dex pada semua beban dan RPM 1900

Grafik diatas merupakan analisa *Ignition Delay* pada RPM 1900. BB15 merupakan jenis bahan bakar yang paling cepat waktu penginjeksiannya pada saat beban 2000 dan 3000 watt dimana waktu penginjeksiannya yaitu 1,64ms, 1,59ms, dan BB0 memiliki nilai sebesar 1,65 dan 1,61ms. Sementara pada saat beban 4000 dan 5000 BB0 memiliki waktu yang lebih cepat dalam penginjeksian yaitu 1,53ms, 1,52ms, sementara pada BB15 memiliki nilai 1,58ms dan 1,53ms.

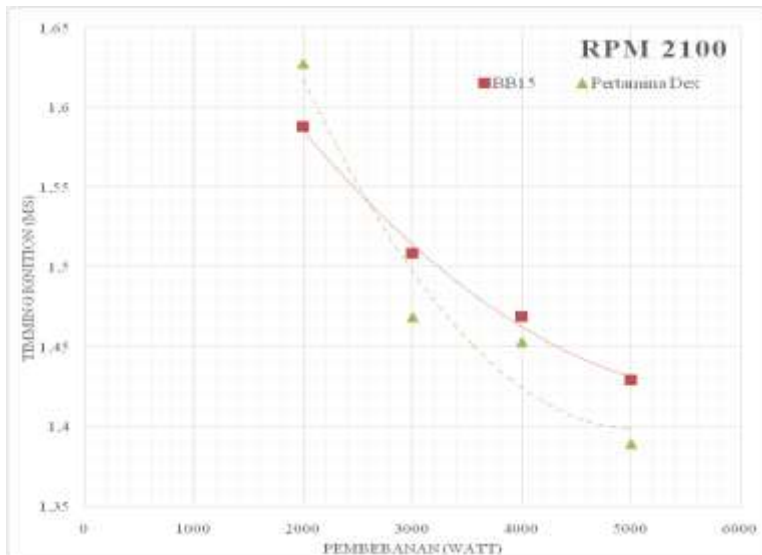
4.3.3 Analisa Perbandingan Hasil *Ignition Delay* BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 2000RPM Pada beban 25%-100%



Grafik 4.18 Analisa Perbandingan *Ignition Delay* antara BB15 dan Pertamina Dex pada semua beban dan RPM 2000

Grafik diatas merupakan analisa *Ignition Delay* pada RPM 2000. BB15 merupakan jenis bahan bakar yang paling cepat waktu penginjeksiannya pada saat beban 2000 watt dimana waktu penginjeksiannya yaitu 1,74ms, dan BB0 memiliki nilai sebesar 1,75ms. Sementara pada saat beban 3000 sampai 5000 BB0 memiliki waktu yang lebih cepat dalam penginjeksian yaitu 1,56ms, 1,54ms, dan 1,54ms sementara pada BB15 memiliki nilai 1,65ms, 1,61ms, dan 1,54ms.

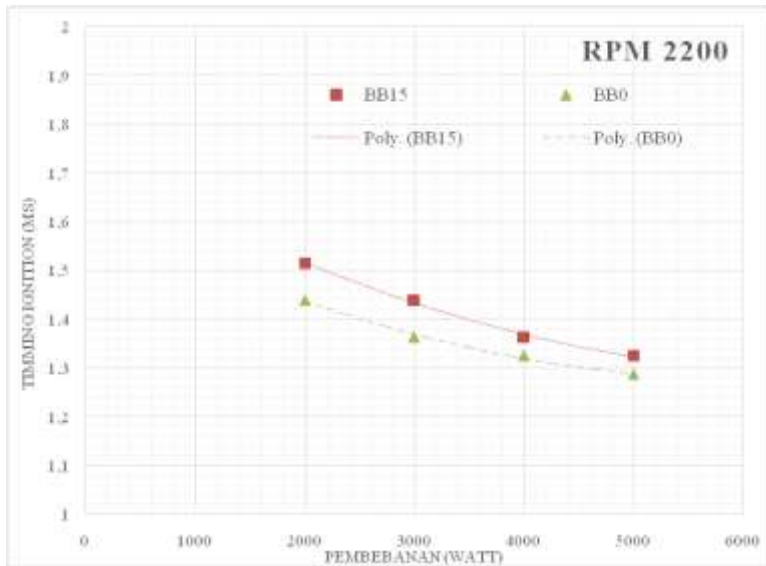
4.3.4 Analisa Perbandingan Hasil *Ignition Delay* BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 2000RPM Pada beban 25%-100%



Grafik 4.19 Analisa Perbandingan *Ignition delay* antara BB15 dan Pertamina Dex pada setiap beban di RPM 2100

Grafik diatas merupakan analisa *Ignition Delay* pada RPM 2100. BB15 merupakan jenis bahan bakar yang paling cepat waktu pengijeksiannya pada saat beban 2000 watt dimana waktu pengijeksiannya yaitu 1,59ms, dan BB0 memiliki nilai sebesar 1,63ms. Sementara pada saat beban 3000 sampai 5000 BB0 memiliki waktu yang lebih cepat dalam penginjeksian yaitu 1,47ms, 1,45ms, dan 1,39ms sementara pada BB15 memiliki nilai 1,51ms, 1,47ms, dan 1,43ms.

4.3.5 Analisa Perbandingan Hasil *Ignition Delay* BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 100%RPM Pada beban 25%-100%

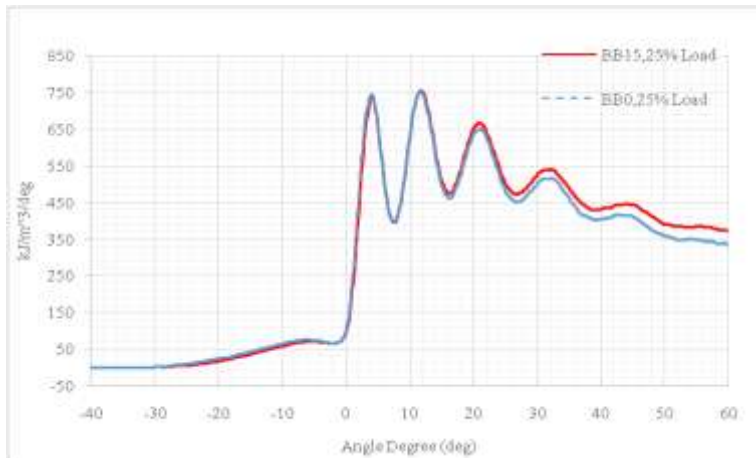


Grafik 4.20 Analisa Perbandingan *Ignition delay* antara BB15 dan Pertamina Dex pada setiap beban di RPM 2200

Grafik diatas merupakan analisa *Ignition Delay* pada RPM 2200. Dalam pembebanan 2000 hingga 5000 watt, BB0 merupakan jenis bahan bakar yang paling cepat waktu pengijeksiannya yaitu 1,42ms, 1,37ms, 1,32ms, dan 1,29ms. Sementara pada BB15 memiliki waktu yang lebih lambat dalam penginjeksian yaitu 1,51ms, 1,47ms, 1,37ms, 1,32 ms

4.4. Analisa Perbandingan Hasil *Heat Release* pada daya maksimal

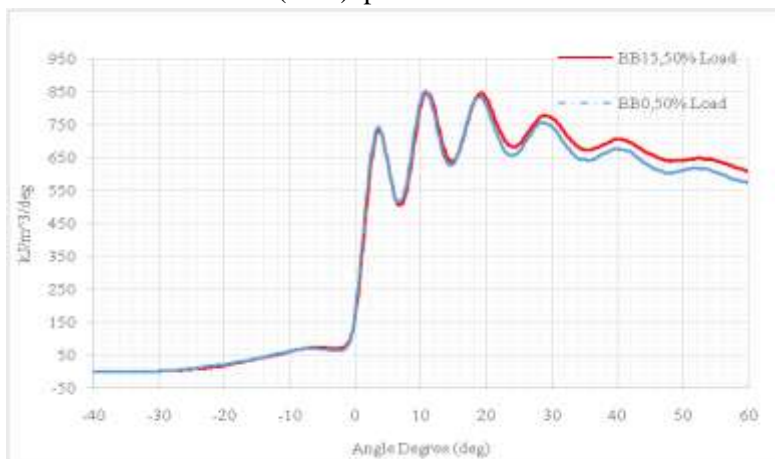
4.4.1 Analisa perbandingan Heat Release BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 100%RPM Pada beban 25% load



Grafik 4.20 Analisa Perbandingan *Heat Release* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 25% Load; RPM 2200

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Heat Release* dari BB15 dan Pertamina Dex (BB0). Grafik tersebut memiliki nilai *Heat Release* di RPM 2200 pada Load 25% adalah BB15 dengan nilai 735 kJ/m³/deg pada posisi 3,8⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 740 kJ/m³/deg pada 3,9⁰ setelah TMA.

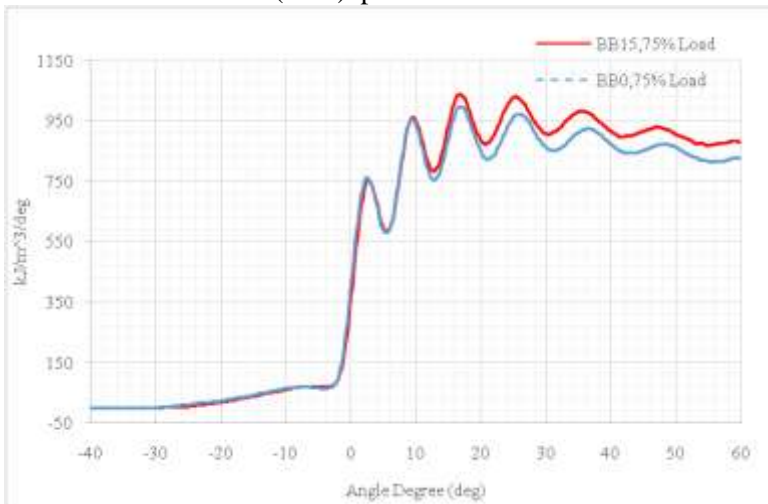
4.4.2 Analisa perbandingan Heat Release BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 100%RPM Pada beban 50%



Grafik 4.21 Analisa Perbandingan *Heat Release* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 50% Load; RPM 2200

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Heat Release* dari BB15 dan Pertamina Dex (BB0). Grafik tersebut memiliki nilai *Heat Release* di RPM 2200 pada Load 50% adalah BB15 dengan nilai $650 \text{ kJ/m}^3/\text{deg}$ pada posisi $11,8^\circ$ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai $690 \text{ kJ/m}^3/\text{deg}$ pada $11,5^\circ$ setelah TMA.

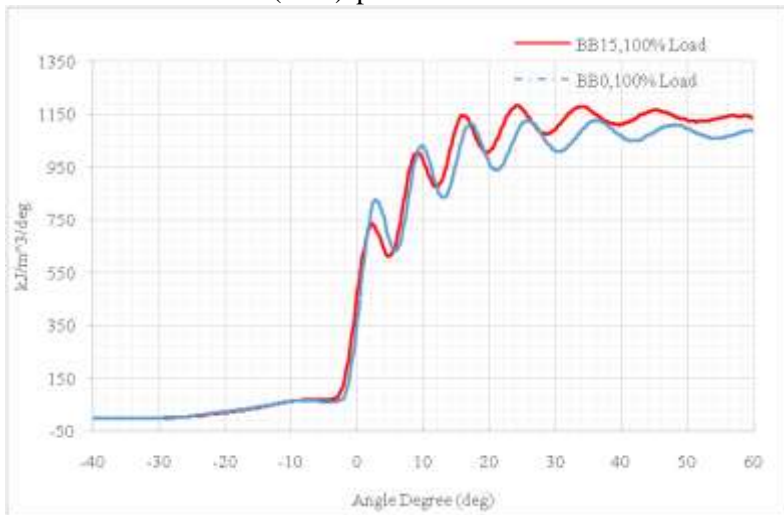
4.4.3 Analisa perbandingan Heat Release BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 100%RPM Pada beban 75%



Grafik 4.22 Analisa Perbandingan *Heat Release* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 75% Load; RPM 2200

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Heat Release* dari BB15 dan Pertamina Dex (BB0). Grafik tersebut memiliki nilai *Heat Release* di RPM 2200 pada Load 75% adalah BB15 dengan nilai $970 \text{ kJ/m}^3/\text{deg}$ pada posisi $18,5^0$ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai $950 \text{ kJ/m}^3/\text{deg}$ pada $17,6^0$ setelah TMA.

4.4.4 Analisa perbandingan Heat Release BB15 dengan Pertamina Dex (BB0) pada 100% RPM Pada beban 100%

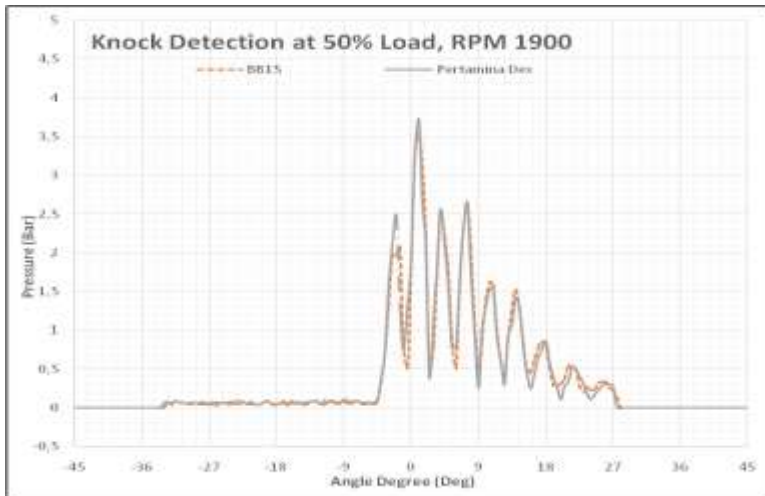


Grafik 4.23 Analisa Perbandingan *Heat Release* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 100% Load; RPM 2200

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Heat Release* dari BB15 dan Pertamina Dex (BB0). Grafik tersebut memiliki nilai *Heat Release* di RPM 2200 pada Load 100% adalah BB15 dengan nilai $1150 \text{ kJ/m}^3/\text{deg}$ pada posisi $16,5^0$ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai $1125 \text{ kJ/m}^3/\text{deg}$ pada $18,6^0$ setelah TMA.

4.5. Analisa Perbandingan Hasil *Knock detection* pada daya maksimal

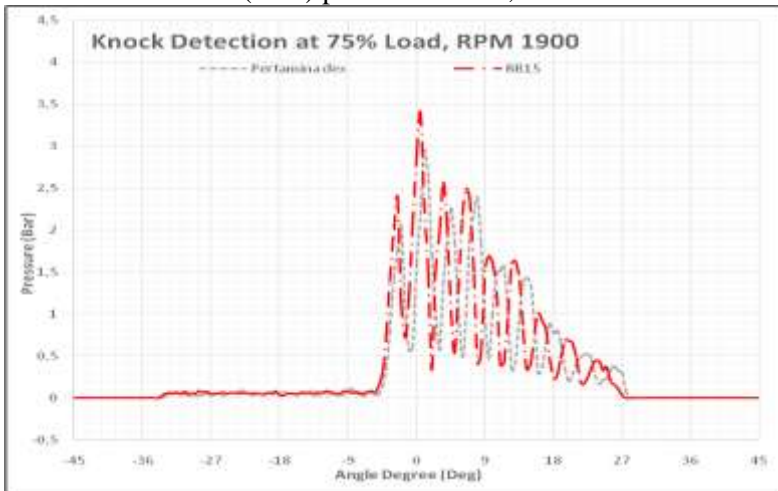
4.5.1 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 1900



Grafik 4.24 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 50% Load; RPM 1900

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 1900 pada Load 50% adalah BB15 dengan nilai 3,8 bar pada posisi 4⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 3,9 barada 3,8⁰ setelah TMA.

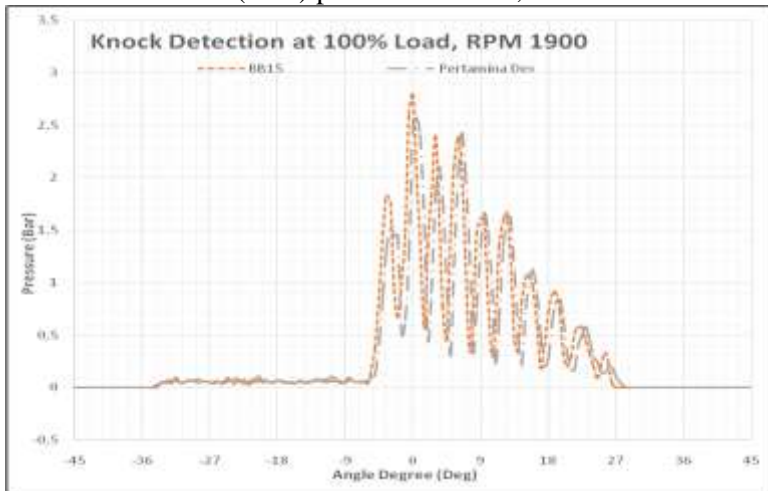
4.5.2 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 1900



Grafik 4.25 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 75% Load; RPM 1900

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 1900 pada Load 75% adalah BB15 dengan nilai 3,4 bar pada posisi 4⁰ setelah TMA, kemudian Pertamax Dex dengan nilai 2,9 barada 3,8⁰ setelah TMA.

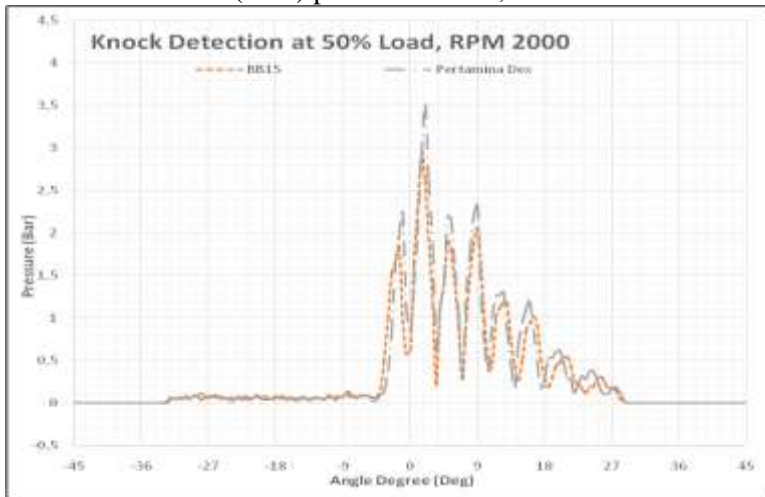
4.5.3 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 1900



Grafik 4.26 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 100% Load; RPM 1900

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 1900 pada Load 100% adalah BB15 dengan nilai 2,8 bar pada posisi 3⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 4,1 barada 3,2⁰ setelah TMA.

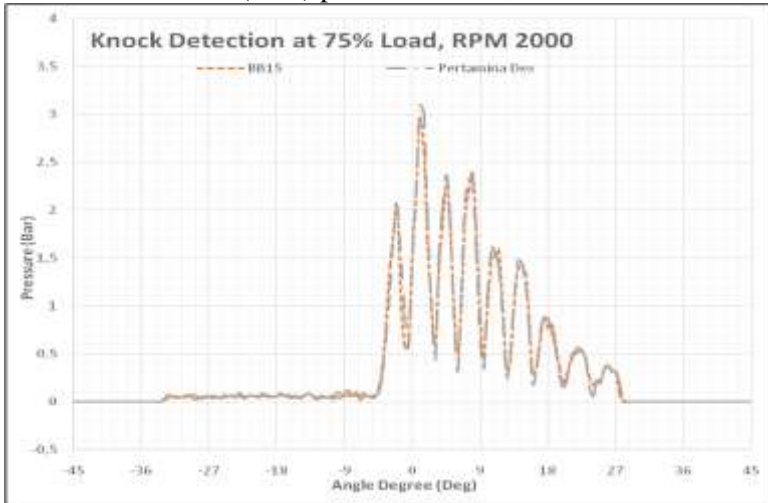
4.5.4 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 2000



Grafik 4.27 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 50% Load; RPM 2000

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2000 pada Load 50% adalah BB15 dengan nilai 2,8 bar pada posisi 4⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 3,5 barada 3,8⁰ setelah TMA.

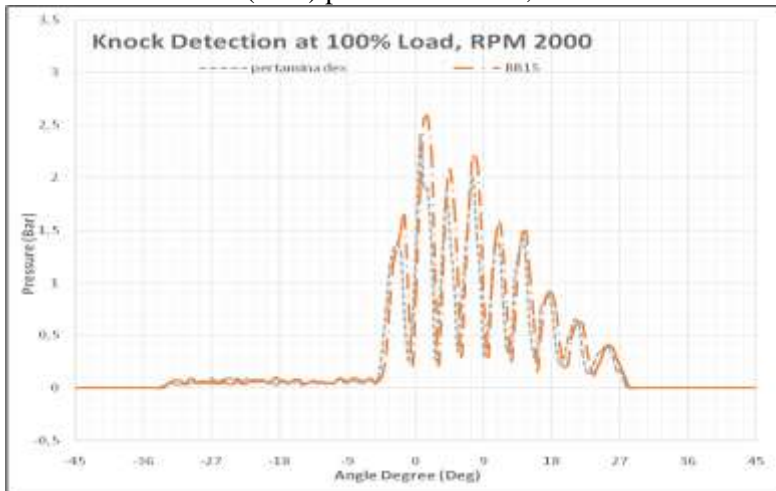
4.5.5 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 2000



Grafik 4.28 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 75% Load; RPM 2000

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2000 pada Load 75% adalah BB15 dengan nilai 2,9 bar pada posisi 4^0 setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 3,2 barada $4,1^0$ setelah TMA.

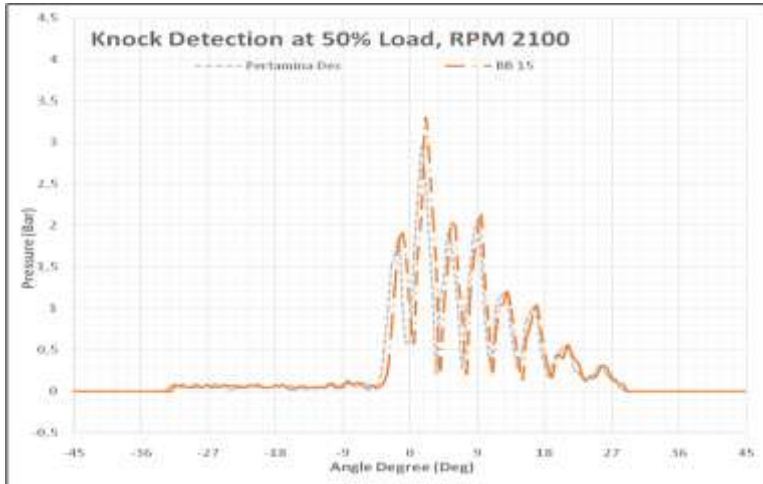
4.5.6 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 2000



Grafik 4.29 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 100% Load; RPM 2000

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2000 pada Load 100% adalah BB15 dengan nilai 2,6 bar pada posisi 5⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 2,4 barada 4⁰ setelah TMA.

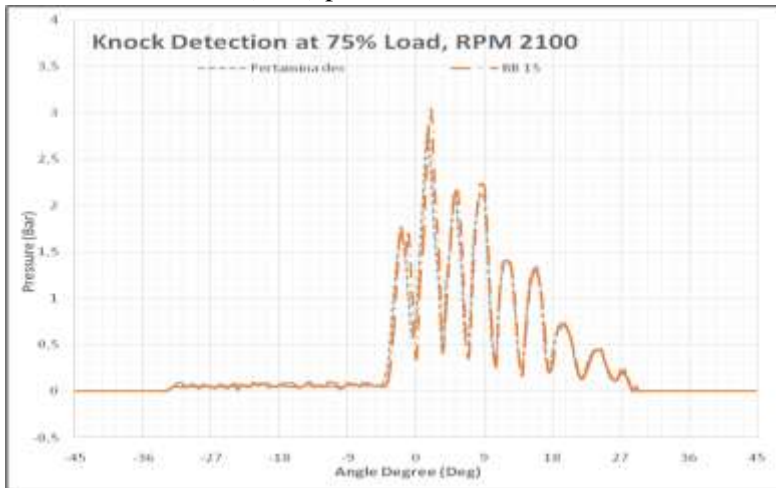
4.5.7 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 2100



Grafik 4.30 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 50% Load; RPM 2100

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2100 pada Load 50% adalah BB15 dengan nilai 3,3 bar pada posisi 4^o setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 2,9 barada 3,4^o setelah TMA.

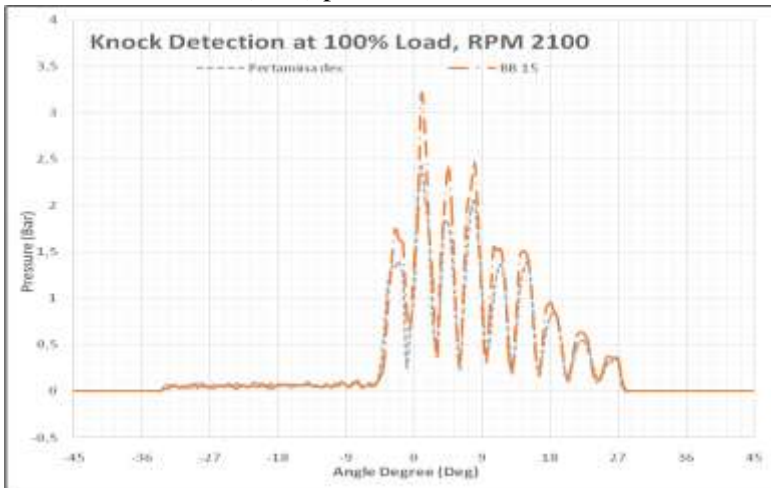
4.5.8 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 2100



Grafik 4.31 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 75% Load; RPM 2100

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2100 pada Load 75% adalah BB15 dengan nilai 3,1 bar pada posisi 4^o setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 2,7 barada 4^o setelah TMA.

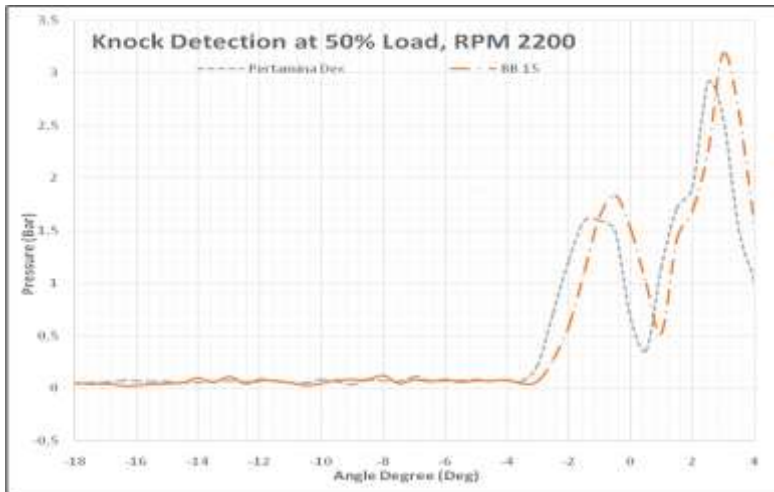
4.5.9 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 2100



Grafik 4.32 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 100% Load; RPM 2000

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2100 pada Load 100% adalah BB15 dengan nilai 3,3 bar pada posisi 5⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 2,4 barada 4⁰ setelah TMA.

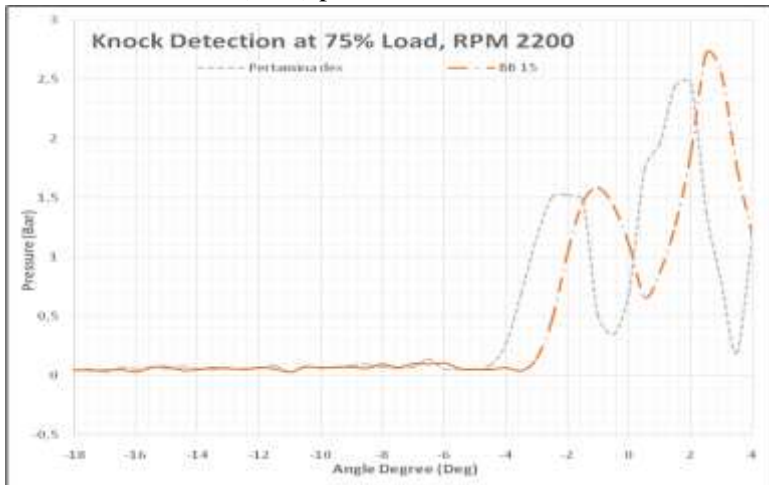
4.5.10 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 50% Load; RPM 2200



Grafik 4.33 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 50% Load; RPM 2100

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2200 pada Load 50% adalah BB15 dengan nilai 3,2bar pada posisi 3⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 2,9bar barada 2,8⁰ setelah TMA.

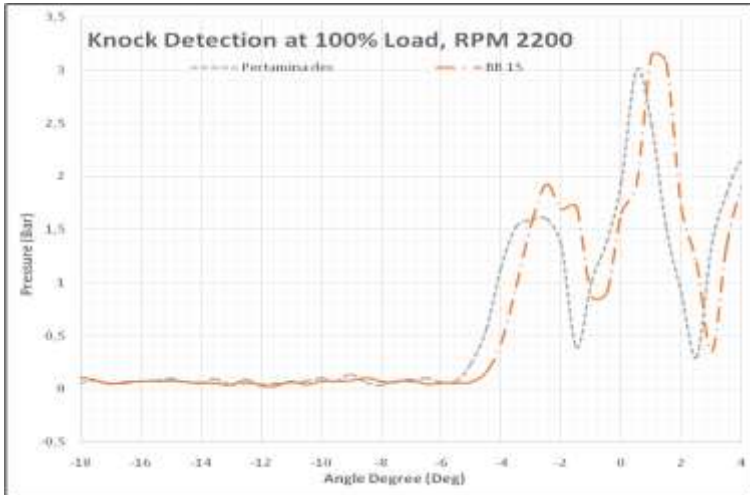
4.5.11 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 75% Load; RPM 2200



Grafik 4.34 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 75% Load; RPM 2100

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2200 pada Load 75% adalah BB15 dengan nilai 2,7 bar pada posisi 3^0 setelah TMA, kemudian Pertamax Dex dengan nilai 2,5 barada 2^0 setelah TMA.

4.5.12 Analisa Perbandingan *Knock Detection* BB 15 dan Pertamina Dex (BB0) pada 100% Load; RPM 2200



Grafik 4.35 Analisa Perbandingan *Knock detection* antara BB15 dan Pertamina Dex pada 100% Load; RPM 2200

Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik *Knock Detection* dari BB15 dan Pertamina Dex. Grafik tersebut memiliki nilai knoking tertinggi di RPM 2200 pada Load 100% adalah BB15 dengan nilai 3,2 bar pada posisi 1,8⁰ setelah TMA, kemudian Pertamina Dex dengan nilai 3 barada 0,4⁰ setelah TMA.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari perorma Nox dan combustion procces dari bahan bakar emulsi antara metanol dengan minyak diesel (BB15) dan Pertamina dex (BB0) ini, maka dapat ditarik kesimpulan seperti berikut :

- a) Perubahna performa yang terjadi pada saat menggunakan bahan bakar emulsi (BB15) dan pertamina dex (BB0) diantaranya yaitu pada grafik SFOC x putaran mesin, pada saat menggunakan BB0 pada grafik sfoc mrmiliki nilai sfoc sebesar 470 gr/kwh pada saat rpm maksimal hasil tersebut jauh lebih tinggi daripada BB15 yang memiliki nilai 320 gr/kwh. Sementara pada grafik torsi x putaran mesin BB0 memiliki torsi yang lebih tinggi pada saat putaran tinggi yaitu 22,7 Nm, nilai ini lebih tinggi daripada BB15 yang memiliki nilai torsi 22,3 Nm. Hal yang sama juga terjadi pada tren grafik bmep maksimal dengan putaran mesin, BB0 memiliki nilai BMEP sebesar 91000N/m² nilai ini sedikit lebih tinggi dari BB15 yang memiliki nilai bmep sebesar 90000N/m². Tetapi hal yang berbeda terjadi pada tren grafik daya x putaran mesin, pada grafik ini BB 15 memiliki daya yang lebih tinggi yaitu 5,3 kW pada saat putaran maksimal semetaraBB0 memiliki daya 5,25 kW.
- b) Pada grafik *Combustion pressure*, dengan beban yang dinaikkan pada daya maksimal, pada BB15 tekanan akan semakin tinggi dan posisi derajat tekanan maksimal akan semakin jauh dari TMA tetapi pada saat beban tinggi pada BB15 derajat tekanan maksimal mulai mendekat ke TMA. Hal ini berbeda dengan Pertamina dex dengan RPM yang sama dan pembebanan dinaikkan, maka

tekanan akan semakin tinggi dan posisi derajat tekanan maksimal akan mendekati TMA.

- c) Pada grafik *Heat Release*, pada RPM maksimal dan pembebanan yang dinaikkan maka akan semakin meningkat grafik *Heat Release*-nya, dapat diketahui bahwa *Heat Release* BB15 pada beaban 25% sampai 50% memiliki nilai yang sama dengan Pertamina Dex (BB0) dan pada saat beban 75% dan 100% BB15 memiliki nilai yang cenderung lebih tinggi dari pertamina dex(BB0).
- d) Pada pengujian NOx pada penelitian ini belum dapat dilakukan dikarekan alat uji yaitu echom portable mengalami kerusakan.

5.2 Saran

- a) Dari segi ekonomi, proses pembuatan bahan bakar emulsi antara metanol dengan minyak diesel sangat memerlukan biaya banyak terutama pada proses emulsi yaitu membutuhkan tween 80 dan span 80. Selain itu pada saat pembuatan dibutuhkan campuran yang tepat dan lama pencampuran yang membutuhkan waktu kurang lebih 1 jama agar tercampur sempurna.
- b) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi jumlah metanol yang dicampurkan pada bahan bakar yang nantinya apakah menghasilkan hasil yang lebih baik daripada campuran yang sudah ada ataukah lebih buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010, pengertian Emulsi dan tipe emulsi
<http://www.mipafarmasi.com/2016/05/emuls>, diakses
 pada tanggal 20 september 2016 pukul 15.00 WIB.
- Anonim, 2015, Perbedaan Etanol dan Metanol,
[http://fungsi.web.id/2015/07/perbedaan etanol dan metanol](http://fungsi.web.id/2015/07/perbedaan-etanol-dan-metanol),
 diakses pada tanggal 10 september 2016 pukul 15.00 WIB
- Fitrayadi, D., 2008, Penggunaan Metanol sebagai Bahan Aditif
 untuk Meningkatkan Angka Oktan pada Bensin yang
 Ramah Lingkungan (online), diakses pada tanggal 12
 september 2016 pukul 08.00 WIB.
- Hamdana, Gusma P . 2015. Analisis Perbandingan Combustion
 Process Mesin Diesel dari Bahan Bakar Biodiesel Minyak
 Umbi Porang (*Amarphopallus Onchophillus*) dengan
 Minyak Kelapa Sawit (*Crude Palm Oil*) Berbasis
 Eksperimen Teknik Sistem Perkapalan (Tugas Akhir)
- IMO 1998, Annex VI MARPOL 77/78 Regulation for the
 Prevention of Air Polution from Ship and NOx Technical
 Code. International Maritime Organization, London.
- Iskandar,Suhendra. 2010. Metanol Sebagai Bahan Bakar
 Alternatif. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan
 Alam Universitas Hasanuddin. Makassar (online) diakses
 pada tanggal 12 september 2016 pukul 08.00 WIB
- Isnaini, Yusuf. 2013. Analisa Perfoma Motor Diesel Berbahan
 Bakar Komposisi Campuran Antara Minyak Tuak Dengan
 Minyak Diesel. Teknik Sistem perkapalan. FTK-ITS.
 Surabaya (Tugas Akhir)

Nariati, Susi. 2015. Analisis Pengaruh Angka iodin Terhadap Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel B20 dan B30 dari Waste Cooking Oil (Tugas Akhir).

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Madiun, Jawa Timur pada tanggal 5 Juli 1993. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Alumni SD Negeri Demangan dua, SMP Negeri 13 Madiun, SMA 1 Nglames Madiun dan meneruskan ke jejang selanjutnya di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Setelah itu penulis melanjutkan studi Strata 1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS melalui jalur penerimaan Lintas Jalur dan mengambil konsentrasi bidang keahlian *Marine Power Plant (MPP)*. Selama perkuliahan penulis juga aktif sebagai member di Laboratorium *Marine Power Plant*. Penulis lulus dari dari Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dengan gelar Diploma pada 2011.
e- mail: Alriga.prahara@gmail.com

LAMPIRAN

Bahan bakar emulsi metanol dengan minyak diesel

Putaran Engine		Behan (watt)	Putaran Aluminator (Rpm)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m ³)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	Waktu (Jam)	Densitas (gr/m ³)	Effisiensi Slip (%)	Daya (Kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m ²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)													
1800	1804	0	1157	160	0	0,00001	1,500	90	0,0250	830000	0,8787	0,0000	332,0000	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
1800	1799	1000	1199	160	5	0,00001	1,000	60	0,0167	830000	0,9131	0,9277	498,0000	536,8146	4,9132	19931,64	42537888	15,7653
1800	1799	2000	1152	165	6,7	0,00001	0,800	48	0,0133	830000	0,8773	1,3343	622,5000	466,5508	7,0860	28746,43	42537888	18,1396
1800	1805	3000	1153	165	10,2	0,00001	0,683	41	0,0114	830000	0,8751	2,0363	728,7805	357,9000	10,8142	43871,10	42537888	23,6464
1800	1802	4000	1146	170	13,7	0,00001	0,550	33	0,0092	830000	0,8713	2,8304	905,4545	319,9072	14,9816	60777,12	42537888	26,4547
1800	1803	5000	1142	170	14	0,00001	0,517	31	0,0086	830000	0,8677	2,9041	963,8710	331,9016	15,3974	62463,96	42537888	25,4987
1900	1905	0	1221	170	0	0,00001	1,367	82,0	0,0228	830000	0,8781	0,0000	364,3902	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
1900	1903	1000	1218	175	3,2	0,00001	1,100	66,0	0,0183	830000	0,8769	0,6762	452,7273	669,5054	3,3914	13758,22	42537888	12,6407
1900	1903	2000	1215	175	6,9	0,00001	0,800	48,0	0,0133	830000	0,8747	1,4617	622,5000	425,8795	7,3385	29770,67	42537888	19,8719
1900	1905	3000	1218	180	10,2	0,00001	0,650	39,0	0,0108	830000	0,8759	2,2193	766,1538	345,2173	11,1423	45202,17	42537888	24,5151
1900	1900	4000	1213	185	14,3	0,00001	0,500	30,0	0,0083	830000	0,8746	3,2026	996,0000	510,9967	16,0620	65160,33	42537888	27,2126
1900	1904	5000	1215	180	17,5	0,00001	0,417	25,0	0,0069	830000	0,8742	3,8151	1195,2000	313,2827	19,1841	77826,11	42537888	27,0141
2000	2005	0	1289	185	0	0,00001	1,400	84	0,0233	830000	0,8808	0,0000	355,7143	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
2000	2005	1000	1285	185	3,4	0,00001	1,050	63	0,0175	830000	0,8780	0,7585	474,2857	625,2809	3,6144	14663,08	42537888	13,5348
2000	2002	2000	1275	200	7,5	0,00001	0,700	42	0,0117	830000	0,8725	1,8203	711,4286	390,8257	8,6741	35189,13	42537888	21,6543
2000	2005	3000	1276	200	11,3	0,00001	0,600	36	0,0100	830000	0,8719	2,7446	830,0000	302,4147	13,0979	53135,62	42537888	27,9849
2000	2001	4000	1275	200	14,7	0,00001	0,517	31	0,0086	830000	0,8729	3,5660	963,8710	270,2910	16,9928	68936,23	42537888	31,3109
2000	2005	5000	1271	195	17,9	0,00001	0,367	22	0,0061	830000	0,8685	4,2556	1358,1818	319,1526	20,3191	82430,34	42537888	26,5172
2100	2104	0	1349	205	0	0,00001	1,283	77	0,0214	830000	0,8784	0,0000	388,0519	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
2100	2099	1000	1366	210	3,8	0,00001	0,867	52	0,0144	830000	0,8916	0,9477	574,6154	606,3308	4,3034	17458,08	42537888	13,9578
2100	2105	2000	1352	205	7,8	0,00001	0,767	46	0,0128	830000	0,8799	1,9241	649,5652	337,5949	8,7580	35529,50	42537888	25,0686
2100	2097	3000	1336	200	11,7	0,00001	0,733	44	0,0122	830000	0,8728	2,8386	679,0909	239,2308	12,8840	52267,70	42537888	35,3761
2100	2105	4000	1339	200	15,7	0,00001	0,567	34	0,0094	830000	0,8715	3,8151	878,8235	230,3549	17,3819	70514,83	42537888	36,7391
2100	2104	5000	1335	195	19,6	0,00001	0,433	26	0,0072	830000	0,8693	4,6554	1149,2308	246,8591	21,1299	85719,72	42537888	34,2829
2200	2206	0	1394	210	0	0,00001	1,217	73	0,0203	830000	0,8657	0,0000	409,3151	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
2200	2198	1000	1406	220	3,9	0,00001	0,867	52	0,0144	830000	0,8764	1,0367	574,6154	554,2996	4,4897	18213,85	42537888	15,2680
2200	2199	2000	1407	220	8,1	0,00001	0,667	40	0,0111	830000	0,8766	2,1525	747,0000	347,0394	9,3563	37956,73	42537888	24,3864
2200	2198	3000	1400	220	12,1	0,00001	0,533	32	0,0089	830000	0,8726	3,2301	933,7500	289,0812	14,0339	56932,49	42537888	29,2757
2200	2203	4000	1384	220	16,1	0,00001	0,417	25	0,0069	830000	0,8607	4,3574	1195,2000	274,2904	18,9406	76838,16	42537888	30,8543
2200	2199	5000	1393	210	20,1	0,00001	0,300	18	0,0050	830000	0,8679	5,1498	1660,0000	322,3410	22,3342	90605,10	42537888	26,2549

Pertamina dex

Putaran Engine		Beban (watt)	Putaran Aluminator (Rpm)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	Waktu (Jam)	Densitas (gr/m3)	Effisiensi Slip (%)	Daya (Kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m2)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)													
1800	1811	0	1312	163	0	0,00001	1,763	105,8	0,0294	830000	0,9925	0,0000	282,4197	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
1800	1810	1000	1308	183	3,5	0,00001	1,070	64,2	0,0178	830000	0,9900	0,6850	465,4206	679,4423	3,6138	14660,51	42537888	12,4559
1800	1815	2000	1310	193	7,5	0,00001	0,817	49	0,0136	830000	0,9888	1,5500	609,7959	393,4210	8,1816	33191,21	42537888	21,5114
1800	1805	3000	1299	190	11,2	0,00001	0,700	42	0,0117	830000	0,9859	2,2853	711,4286	311,3068	12,0298	48802,35	42537888	27,1855
1800	1806	4000	1296	189	15,1	0,00001	0,518	31,1	0,0086	830000	0,9831	3,0737	960,7717	312,5832	16,2693	66001,22	42537888	27,0745
1800	1805	5000	1292	185	18,7	0,00001	0,378	22,7	0,0063	830000	0,9806	3,7353	1316,2996	352,3901	19,7608	80165,59	42537888	24,0161
1900	1917	0	1388	180	0	0,00001	1,575	94,500	0,0263	830000	0,9919	0,0000	316,1905	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
1900	1908	1000	1381	198	3,6	0,00001	1,077	64,600	0,0179	830000	0,9916	0,7611	462,5387	607,7048	3,7934	15388,91	42537888	13,9262
1900	1901	2000	1372	202	7,7	0,00001	0,742	44,500	0,0124	830000	0,9888	1,6656	671,4607	403,1322	8,3404	33835,25	42537888	20,9932
1900	1905	3000	1370	201	11,7	0,00001	0,592	35,500	0,0099	830000	0,9852	2,5273	841,6901	333,0373	12,7019	51529,02	42537888	25,4117
1900	1910	4000	1370	201	15,7	0,00001	0,442	26,500	0,0074	830000	0,9827	3,4003	1127,5472	331,6066	17,0533	69181,70	42537888	25,5213
1900	1905	5000	1360	196	19,3	0,00001	0,340	20,400	0,0057	830000	0,9781	4,0952	1464,7059	357,6662	20,4848	83102,44	42537888	23,6618
2000	2008	0	1453	194	0	0,00001	1,543	92,6	0,0257	830000	0,9913	0,0000	322,6782	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
2000	2005	1000	1449	211	3,8	0,00001	1,002	60,1	0,0167	830000	0,9901	0,8575	497,1714	579,8172	4,0798	16551,07	42537888	14,5961
2000	2003	2000	1443	215	8	0,00001	0,710	42,6	0,0118	830000	0,9870	1,8452	701,4085	380,1237	8,7927	35670,27	42537888	22,2639
2000	2003	3000	1439	213	12	0,00001	0,488	29,3	0,0081	830000	0,9842	2,7497	1019,7952	370,8762	13,1158	53208,10	42537888	22,8191
2000	2013	4000	1440	215	16,2	0,00001	0,407	24,4	0,0068	830000	0,9800	3,7630	1224,5902	325,4266	17,9493	72816,79	42537888	26,0060
2000	2011	5000	1435	208	20,1	0,00001	0,297	17,8	0,0049	830000	0,9776	4,5282	1678,6517	370,7132	21,4917	87187,35	42537888	22,8291
2100	2110	0	1528	214	0	0,00001	1,507	90,4	0,0251	830000	0,9921	0,0000	330,5310	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
2100	2112	1000	1527	226	3,9	0,00001	0,935	56,1	0,0156	830000	0,9905	0,9422	532,6203	565,3102	4,2662	17307,05	42537888	14,9706
2100	2101	2000	1513	230	8,3	0,00001	0,703	42,2	0,0117	830000	0,9866	2,0488	708,0569	345,5987	9,2682	37599,05	42537888	24,4881
2100	2103	3000	1507	231	12,5	0,00001	0,505	30,3	0,0084	830000	0,9817	3,1142	986,1386	316,6554	14,1617	57451,27	42537888	26,7263
2100	2105	4000	1506	227	16,7	0,00001	0,388	23,3	0,0065	830000	0,9802	4,0952	1282,4034	313,1498	18,6048	75475,83	42537888	27,0255
2100	2105	5000	1505	220	20,6	0,00001	0,283	17	0,0047	830000	0,9795	4,8990	1757,6471	358,7758	22,2356	90205,10	42537888	23,5887
2200	2209	0	1600	231	0	0,00001	1,372	82,3	0,0229	830000	0,9923	0,0000	363,0620	0,0000	0,0000	0,00	42537888	0,0000
2200	2201	1000	1590	239	4	0,00001	0,857	51,4	0,0143	830000	0,9897	1,0228	581,3230	568,3733	4,4236	17945,80	42537888	14,8899
2200	2201	2000	1589	239	8,5	0,00001	0,562	33,7	0,0094	830000	0,9891	2,1748	886,6469	407,6944	9,4403	38297,52	42537888	20,7583
2200	2206	3000	1583	244	12,9	0,00001	0,460	27,6	0,0077	830000	0,9831	3,3901	1082,6087	319,3481	14,7156	59698,28	42537888	26,5010
2200	2209	4000	1581	242	17,2	0,00001	0,337	20,2	0,0056	830000	0,9805	4,4948	1479,2079	329,0929	19,4669	78973,22	42537888	25,7163
2200	2165	5000	1547	230	21	0,00001	0,203	12,2	0,0034	830000	0,9789	5,2242	2449,1803	468,8167	22,5951	91663,56	42537888	18,0519

{Nomor Sertifikat}
Date: January 16, 2017

Issuing Office:
Jl. Jend. A. Yani. No. 315 Surabaya 60234, Indonesia
Phone/Facs: +62 31 8470547/8470563
Email: labsurabaya@sucofindo.co.id

REPORT OF ANALYSIS

CLIENT : ALRIGA JULIA PRAHARA
Jl. Arief Rahman Hakim GG 3 B No. 48
Surabaya – Jawa Timur

THE FOLLOWING SAMPLE(S) WERE/ WAS SUBMITTED AND IDENTIFIED BY CLIENT AS:

TYPE OF SAMPLE : OIL

TEST REQUIRED : Calculated Cetane Index and Sulfur (S) content

SAMPLE IDENTIFICATION : Following statement were stated by Client and not verified by SUCOFINDO
BAHAN BAKAR CAMPURAN

DATE OF RECEIVED : January 9, 2017

DESCRIPTION OF SAMPLE : Form : Liquid
Volume received : 600 ml (approx)
Packing : Plastic bottle

PERIOD OF ANALYSIS : January 9 up to 16, 2017

We have tested the sample(s) submitted and the following results were obtained :

Parameter	Unit	Result	Methods
Calculated Cetane Index	-	12.49	ASTM D. 4737
Sulfur (S) content	%	0.11	ASTM D. 129

*This result related to the samples submitted only and the report/certificate can not be reproduced
in anyway, except in full context and with prior approval in writing from Sucofindo Laboratory*

This Certificate/report is issued under our General Terms and Conditions, copy of which is available upon request or may be accessed at www.sucofindo.co.id

Dept. Of Testing & Eco Framework

SBL/1030/00003/01/2017
KA/enk
SBLB06201700124-01

Khoiril Anam

SBY201700000719